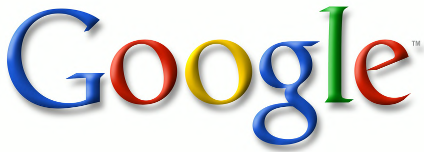










HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCXXXVIII.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, pour la même Année.

Tirés des Registres de cette Académie.



A AMSTERDAM,

Chez PIERRE MORTIER.

M. DCCXLII.

Avec Privilege de N.S. les Etats de Hollande & de West-Frise.

PRIVILEGIE.

DE Staten van Holland en West-Friesland doen te weten, Alzo ons te kennen is gegeven by PIERRE MORTIER, Burger, en Boekverkoper binnen Amsterdam, hoe dat hy door inkoop aan zig verkregen hadde alle de Exemplaren, Regt van Copye, en Kopere Plaaten, van *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum*, *Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, *avec les Mémoires de Mathématique & de Physique*, *tirés des Registres de cette Académie*, *commencée avec l'année* 1699, *jusques à présent*: Op welke Werken door Ons op den 22 January des Jaars 1706 goetgunstig Octroy was verleent aan wyle *Gerard Kuyper* om dezelve alleen met uytsluyting van alle andere gedurende den tyd van vyftien Jaaren, in zoo veele Deelen, Taalen, en Formaaten, als hy zoude goed vinden, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkopen, met een pœnaliteit van Drie hondert Guldens tegens de Overtreeders; En door dien het opgemelde Octroy reets zedert eenigen tyd geëindigt, en hy Suppliant werkelyk bezig zynde de gemelde werken van *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, *avec les Mémoires de Mathématique & de Physique*, *tirés des Registres de cette Académie*, van Jaare tot Jaare, met het drukken te vervolgen, en boven dien te vermeerderen met een *Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences dont il est parlé dans l'Histoire & dans les Mémoires de cette Académie & autres*, *avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences*, *enrichies de plus de* 200 *fig.* En een *Recueil de toutes les Pieces qui ont remporté les Prix proposés par l'Académie Royale des Sciences*; benevens eene *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, *publiées dans son ordre*; En eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique*, *de Physique & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences*, *depuis son commencement jusques à l'année* 1692 *inclusivement*; wel verstaande van het laast-genoemde maar alleen die Stukken, of Deelen, die tot nog toe in de Provintie van Holland en West-Friesland nooyt waren gedrukt geweest; waar toe hy Suppliant zeer groote koste en moeyte genootzaakt was aan te wenden: En bedugt zynde dat eenige baatzugtige Menschen hem Suppliant in zyn voorneemen mogten willen contramineren, of alle de voorgemelde Werken in het geheel of

of ten deele, of onder eenige andere Tituls ofte Naamen na te drukken, doen drukken, en te verkoopen, tot overgroote schade van hem Suppliant; en om daar in te wezen gesecureert, zo keerde den Suppliant hem tot Ons, ootmoediglyk verzoekende dat Wy hem Suppliant goetgunstig geliefden te verleenen speciaal Octroy en Privilegie, omme alleen geduurende den tyd van vyftien eerstkomende Jaaren, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkopen, *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum, Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Physique tirés des Registres de cette Académie*, met alle de nog volgende deelen en stukken; en *Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences, dont il est parlé dans l'Histoire & Mémoires de cette Académie & autres, avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences, enrichies de plus de 200 fig.* benevens een *Recueil des Pieces qui ont remporté les Prix proposés par Mrs. de l'Académie Royale des Sciences*, en een *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiées dans son ordre*; en Eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique, de Physique, & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences, depuis son commencement jusques à l'année* 1698. *inclusivement*; wel verstaende van het laest-genoemde Werk maer alleen alle die stukken ofte deelen, die, tot nog toe, in de Provintie van Holland of West-Friesland nooyt waren gedrukt geweest; alles in zoo veele deelen, Taalen, en formaaten als hy Suppliant zoude mogen goetvinden, met speciaal verbod aan alle andere om dezelve Werken, of eenige van dien in het geheel, of ten deele, of onder andere Tituls of Naamen, na te drukken, te doen na drukken, ofte elders nagedrukt zynde in deze Provintie in te brengen, te verruylen ofte te verkopen, veel min eenige uyttrekssels van dezelve, van wat natuure, naame, ofte in wat Taale dezelve souden mogen zyn, te moogen maaken, ofte doen maaken, drukken of verkoopen, op een Boete van Drie-duysent Guldens, ofte soo veel het ons soude goed dunken tot meer afschrik, by de Contraventeurs te verbeuren, alsoo de Boete van Drie honderd Guldens in voorgaende Octroye van den 22. January 1706, tegens de Overtreders gestipuleerd, niet genoeg zynde om baetzugtige menschen van haar voornemen tot merkelyke schade van den Suppliant af te schrikken, en de bovengemelde

de Werken voor den Suppliant van de grootste aangelegentheyt zynde. SOO IS 'T, Dat wy de zaake ende het voorsz: verzoek overgemerkt hebbende, ende genegen wezende ter beede van den Suppliant, uyt onse regte wetenschap, Souveraine magt, ende Authoriteit, den zelven Suppliant geconsenteert, geaccordeert, en geoctroyeert hebben, consenteeren, accordeeren, en octroyeeren hem by dezen, dat hy geduurende den tyd van vyftien eerst agter een volgende Jaaren, de bovengemelde Werken in dier voegen als zulks by den Suppliant is versogt, en hier vooren uytgedrukt staat, binnen den voorsz. Onsen Lande alleen sal mogen Drukken, doen Drukken, Uytgeven, ende Verkopen, verbiedende daeromme allen ende een ygelyken dezelve Werken in 't geheel ofte ten deele, te drukken, naer te drukken, te doen nadrukken, te verhandelen of te verkoopen, ofte elders nagedrukt binnen dezelve onzen Lande te brengen, uyt te geven, ofte te verhandelen en verkoopen; op verbeurte van alle de naargedrukte, ingebragte, verhandelde ofte verkogte Exemplaaren, ende een Boete van Drie duysent Guldens daer en boven te verbeuren, te appliceeren een derde part voor den Officier die de Calange doen sal, een derde part voor den Armen der plaetse daer het Casus voorvallen sal, ende het resterende derde part voor den Suppliant, en dit telkens zo menigmael als dezelve sullen werden agterhaeld. Alles in dien verstaande, dat wy den Suppliant met desen onsen Octroye alleen willende gratificeeren, tot verhoedinge van zyne schaade door het nadrukken van de voorsz. Werken, daer door in geenigen deelen verstaen, den innehouden van dien te authoriseeren ofte te advoueren, ende veel min het zelve onder onse protectie ende bescherminge eenig meerder credit, aansien ofte reputatie te geven, nemaer den Suppliant in cas daer inne iets onbehoorlyks zoude influeren, alle het zelve tot zynen laste zal gehouden wesen te verantwoorden; tot dien eynde wel expresselyk begeerende dat by aldien hy desen onsen Octroye voor dezelve Werken sal willen stellen, daer van geene geabrevieerde ofte gecontraheerde mentie sal mogen maaken, nemaer gehouden wesen het zelve Octroy in 't geheel en sonder eenige omissie daer voor te drukken, of te doen drukken; ende dat hy gehouden sal zyn een Exemplaer van de voorsz. Werken op Groot papier, gebonden, en wel geconditioneert, te brengen in de Bibliotheecq van onse Universiteit te Leyden, binnen

 den

den tyd van ses weeken, na dat hy Suppliant de voorsz. Werken sal hebben beginnen uyt te geven, op een boete van ses hondert Guldens, na expiratie der voorsz. ses weeken, by den Suppliant te verbeuren ten behoeven van de Nederduytse Armen van de plaats alwaar den Suppliant woont, en voorts op peene van met der daat versteeken te zyn van het effect van deesen Octroye: dat ook den Suppliant, schoon by het ingaan van dit Octroy een Exemplaar gelevert hebbende aan de voorsz. onse Bibliotheecq, by zoo verre hy gedurende den tyd van dit Octroy dezelve werken zoude willen herdrukken met eenige observatien, nooten, vermeerderingen, veranderingen, correctien of anders hoe genaemt, of ook in een ander formaat, gehouden sal zyn wederom een ander Exemplaar van deselve werken geconditioneert als vooren, te brengen in de voorsz. Bibliotheecq, binnen den zelven tyd, en op de boete en pœnaliteit als vooren. Ende ten einde den Suppliant desen Onsen Consente ende Octroye mooge genieten als naar behooren, lasten wy allen ende eenen ygelyken dien het aangaan mag, dat zy den Suppliant van den inhouden van desen doen, laaten, ende gedoogen, rustelyk, vreedelyk, ende volkomentlyk genieten, ende gebruyken, cessеerende alle belet ter contrarie. Gegeven in den Hage, onder Onsen Groote Zegele hier aan doen hangen, op den negentienden December in 't Jaar onses Heeren ende Zaligmaakers, Duysent zeven hondert een en dertig.

J. G. V. BOETZELAER.

Ter Ordonnantie van de Staten

WILLEM BUYS.

Aan den Suppliant zyn nevens dit Octroy ter hand gesteld by extract Authenticq, haar Ed: Gr: Mog: Resolutien van den 28 Juny 1715 en 30 April 1728, ten einde om sig daar na te reguleeren.

TABLE POUR L'HISTOIRE.

PHYSIQUE GENERALE.

ANATOMIE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.



TABLE POUR LES MEMOIRES.

Limi-

TABLE.

Eclip-

TABLE.



CA-

CATALOGUE DES LIVRES DE MEDECINE DE MATHEMATIQUE ET DE PHYSIQUE,

qui se trouvent à Amsterdam,

Chez PIERRE MORTIER.

A.

ABregé de Géométrie à l'usage des Pages, par le Blond. 12. Paris 1737.

Aphorismes de Mr. H. Boerhave sur la Connoissance & la Cure des Maladies. 8. Rennes 1738.

Architecture Moderne, où l'on traite de la Décoration du dehors & du dedans des Bâtimens, de la Menuiserie, Serrurerie, Escaliers, &c. 2. vol. 4. Paris.

Architecture Hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever & de mesurer les Eaux pour les différens besoins de la Vie, par Mr. Belidor. 4. Tome 2. Paris. 1739. fig.

Arithmétique des Géomètres, ou Nouveaux Elémens de Mathématiques, par Mr. l'Abbé Deidier. 4. Paris 1739.

Art de la Verrerie, où l'on apprend à faire le Verre, Manière de faire les Perles, & la Méthode de peindre sur le Verre, 12. Paris 1718.

Art de Nager, ou invention à l'aide de laquelle on peut toujours se sauver du Naufrage, par J. F. Bachstrom. 8. Amst. 1741.

——— de la Guerre contenant les Instructions & Maximes Militaires, par Mr. le Marquis de Quincy. 12. 2 vol. Haye 1741. Nouv. Edit. fig.

Astronomie Physique, ou Principes généraux de la Nature appliqués au Mécanisme Astronomique, & comparés aux Principes de la Philosophie de Mr. Newton, par Mr. de Gamache, 4. Paris 1740.

B.

BElle Wolfienne (la), avec deux Lettres Philosophiques, sur l'Immortalité de l'Ame, & sur l'Harmonie préétablie. 8. Haye 1741. 2. voll.

Bibliothèque des Philosophes Chimiques, troisième Edition, augmentée de plusieurs Philosophes. 3. vol. 12. fig. Paris 1741.

Bartholini (Th.) Epistolæ Medicæ. 5. *vol.* 8. *Hag. Com.* 1740.

Blanchini (Francisci) Hesperi & Phosphori Nova Phenomena, sive Observationes circa Planetam Veneris. fol. Romæ. 1728.

Bianchi (Jo. Bapt.) de naturali in Humano Corpore vitiosa morbosaque generatione Historia. 8. *Aug. Taur.* 1741. *cum fig.*

C.

CAlcul différentiel & le Calcul Intégral, expliqués & appliqués à la Géométrie, par Mr. l'Abbé Deidier. 4. Paris 1740.

Connoissance parfaite des Chevaux, leur Anatomie,

mie, qualités & remèdes; par Saunier, fol. Haye. 1734. avec fig.

—— ——. des Chevaux, contenant la manière de les gouverner, avec l'art de monter à Cheval & de dresser les Chevaux de Manège, 8. Paris 1730.

Connoissance des Tems pour l'année 1742., au Méridien de Paris, publiée par ordre de l'Académie Royale des Sciences & calculée par Mr. Maraldi. 12. Paris 1741.

Construction d'un Télescope par Réflexion de Mr. Newton, de seize pouces de Longueur, faisant l'effet d'une Lunette de huit pieds, & de plusieurs autres différentes grandeurs, &c. Ouvrage utile aux Pilotes, aux Géographes, aux Astronomes, &c. 8. Amst. 1741.

Cours Abrégé de Physique, suivant les dernières Observations des Académies Royales de Paris & de Londres, avec des Additions & des Corrections considérables, par G. le Sage. 12. Genève 1730.

—— de Chirurgie, dicté aux Ecoles de Médecine de Paris par Mr. de Villars. 2 vol. Paris 1738.

Cuisinier Moderne, qui apprend à donner toute sorte de Repas, en gras & en maigre, d'une manière plus délicate, que ce qui en a été écrit jusqu'à présent, en 5 vol. avec des Figures, par Mr. Vincent la Chapellé, Chef de Cuisine de S. A. S. Monseigneur le Prince d'Orange & de Nassau. 8.

Commentarii Academiæ Scientiarum & Artium Bononiensis. 4. *Bon.* 1731. *Fig.*

Courcelles. (*D. C. de*) *Icones Musculorum Plantæ Pedis, eorumque Descriptio.* 4. *Lugd. Bat.* 1738.

Couperi (*Guill.*) *Anatomia Corporum Humanorum 114 Tabulis ad vivum expressis illustrata, curante Guill. Dundas, fol. Lugd. Bat.* 1738.

Dé-

D.

DEcouverte des Longitudes, avec la méthode facile aux Navigateurs pour en faire usage actuellement, par Mr. de la Drevetière. 12. Paris 1740. avec fig.

De la Distribution des Maisons de Plaisance & de la Décoration des Edifices en général, par Mr. J. Blondel. Ouvrage enrichi de cent-soixante planches en Taille douce, gravées par l'Auteur. 2 vol. 4. Paris 1738.

Description des Plantes qui naissent ou se renouvellent aux environs de Paris, par Mr. Fabregou. 6. vol. 12. Paris 1734.

Dictionaire Botanique, & Pharmaceutique, contenant les principales Propriétés des Minéraux, des Végétaux & des Animaux d'usage. 8. Paris 1738.

Dissertation Physique sur le Flux & Reflux de la Mer, & sur d'autres sujets, par Mr. Roubaix de Turcoin, 8. Haye 1737.

E.

ELémens de Cavalerie, contenant la manière de dresser les Chevaux pour les différens usages auxquels on les destine, par M. D. L. G. 2 vol. 12. Paris 1741.

——— de la Géométrie d'Euclide, réduite à l'essentiel de ses principes, par Fréard du Castel. 12. Paris 1740.

——— de Fortification, par Mr. le Blond. 12. Paris 1739.

Essais de Physique par Mr. Pierre van Musschenbroek, avec une Description de nouvelles Sortes de Machines Pneumatiques, & un Recueil d'Ex-

d'Expériences. trad. du Hollandois. 4. 2 vol. Leyde 1739.

Essai de l'Application des Forces Centrales aux Effets de la Poudre à Canon, par Mr. Bigot de Morogues, 8. Paris 1738.

—— & Observations de Médecine, publiées par une Société d'Edimbourg, & traduites par Mr. de Mours. 12. Amst. 1741. fig.

Eustachii (Bartholomai) Tabulæ Anatomicæ, Præfatione ac Notis illustravit J. M. Lancisius. fol. Romæ 1728. fig.

F.

FIgure de la Terre, déterminée par les Observations de Mrs. de Maupertuis & autres Messieurs de l'Académie Royale des Sciences; faites par ordre du Roi au Cercle Polaire. 12. Amst. 1728.

Fortification Nouvelle, ou Recueil de différentes manières de fortifier en Europe, composé par Pfeffinger 8. Nouv. Ed. Haye 1740. Fig.

—— —— tant pour un Terrein bas & humide, que sec & élevé, &c., par Mr. le Baron de Coehorn. Nouv. Edit. 8. Haye 1741. avec fig.

G.

GEographie des Enfans, ou Méthode abrégée de la Géographie, divisée par Leçons, avec la Liste des Cartes nécessaires aux Enfans, par l'Abbé Lenglet du Fresnoy. 8. Amst. 1736.

—— Physique, ou Essai sur l'Histoire naturelle de la Terre: traduit de l'Anglois de Mr. Wodward par Mr. Noguez, 12. Amst. 1736.

La Géométrie Pratique par Mr. Mallet, 4 vol. 8. avec

avec plus de 500 figures en Taille-douce, Paris 1702.

Géométrie Pratique de Le Clerc, 12. avec fig.

——— de Mr. Descartes 12.

——— de Mr. de Crousaz, 12. 2 vol. fig.

Gnomonique Universelle, ou Science de tracer les Cadrans Solaires sur toutes sortes de surfaces tant stables que mobiles, 8. Paris, 1701.

H.

HIstoire & Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1737. fig. 12. Amst. 1741. 2 vol. avec la Table Générale des Matières, contenues dans le susdit Ouvrage complet, depuis le commencement jusques à 1734. inclusiv. 3 vol. 12.

Hartley (Davidis) de Lithontriptico à Joanna Stepheno nuper invento Dissertatio Epistolaris. 8. *Lugd. Bat.* 1741. *fig.*

Hoffmanni (Fred.), Medicus Politicus sive Regulæ Prudentiæ, 8. *Lugd. Bat.* 1738.

I.

INstitutions de Médecine de Mr. Herman Boerhaave, traduites du Latin par Mr. de la Mettrie, avec la Vie de Mr. Boerhaave, 12. 2 vol. Paris 1740.

——— de Physique, par Mad. la Marquise du Chastelet. 8. Amst. 1742. fig.

Instruction pour les Mariniers, contenant la manière de rendre l'Eau de Mer potable, &c. trad. de l'Anglois de Mr. Hales. 8. Haye 1740. fig.

K.

Keill (Joannis) *Introductiones ad veram Physicam & veram Astronomiam, quibus accedunt Trigonometria. De Viribus Centralibus. De Legibus Attractionis*, Edit. Nov. 4. *Lugd. Bat.* 1738.

—— *Tentamina Medico-Physica, quibus accedit Medicina Statica Britannica*, 4. 1730.

Kethen (*Joh. Jacobi*) *Principia quadam Metaphysica Wolfiana, variis Observationibus illustrata*, 8. *Colon. Allobr.* 1737.

L.

Leçons de Physique, contenant les Elémens de la Physique, déterminés par les seules Loix des Méchaniques, par de Molieres, 12. Paris 1733. 2 vol.

—— idem tome 2. à part. 12. Paris 1736.

—— de Mathématiques nécessaires pour l'intelligence des Principes de Physique, par J.P. de Molieres. 12. Paris 1725.

Lettres de Mr. Auzout sur les grandes Lunettes. Voyages de MM. Cassini en France, Italie, Flandre, Hollande & Angleterre, &c. 4. Amst. 1735. avec fig.

Lettres Philosophiques sur la Formation des Sels & des Crystaux, par Bourguet, 12. 1729.

—— Critiques de Monsieur Saurin de l'Académie R. des Sciences à Mr. *** sur le Traité de Mathématique du P. Castel. 4. Paris 1730.

Leuwenhoek Opera omnia, seu Arcana Natura ope Microscopiorum detecta, 4. 1722.

Ligan (Jacobi) Experimenta & Meletemata de Plantarum Generatione, 8. *Lugd. Bat.* 1739. *fig.*

Van Lom (*Joan. Henrici*) *Euclidis Elementorum Libri V. Priores Planorum, ac XI. & XII. Solidorum cum explicationibus & Demonstrationibus Christophori Clavii.* 8. *Amst.* 1739.

Lommii (*Jodoci*) *Observationum Medicinalium Libri tres, Editio quarta*, 8. *Amst.* 1738.

Lower (*Richardi*) *Tractatus de Corde, item de Motu, Colore, & Transfusione Sanguinis & de Chyli in eum transitu.* 8. *Lugd. Bat.* 1740. *fig.*

M.

MEdecine Raisonnée, par Mr. Fr. Hoffmann, traduite par Mr. Brunier. 2 vol. 12. Paris 1739.

Mémoires pour servir d'Instruction dans la conduite des Sièges, & dans la défense des Places, dressés par Mr. le Maréchal de Vauban, & présentés au Roi Louis XIV. en 1704. 4 Leide 1740.

——— de Mr. le Marquis de Feuquière, Lieutenant-Général des Armées du Roi, contenant ses Maximes sur la Guerre, &c. N. Ed. Amst. 1741. 4. avec des Cartes & des Figures.

——— ——— id. in 12. 4 vol.

——— sur la Guerre, tirés des Originaux de Mr. de Turenne, avec plusieurs Mémoires concernant les Hopitaux Militaires, présentés au Conseil en l'année 1736. par Mr ***. Paris 1738. 12.

——— pour bien cultiver les Arbres à Fruit & pour élever les Treilles, par les Sieurs de la Rivière & du Moulin. 8. fig. Utr. 1739.

——— pour servir à l'Histoire des Insectes, par Mr. de Reaumur. 12. 5 tomes 10. voll. Amst. 1740. avec fig.

——— idem, les Tomes suivans sous presse.

Mé

Mémoires d'Artillerie, où il est traité des Mortiers, Pétards, Arquebuses à Croc, &c. par Mr. de St. Remy. 2 vol. 4. Haye 1741. Nouvelle Edition, avec fig.

Mesure des Surfaces & des Solides, par l'Arithmétique des Infinis & les Centres de Gravité, par Mr. l'Abbé Deidier. 4. Paris 1740.

Métaphysique de Newton, par Voltaire. 8. Amst. 1741.

Méthode des Fluxions & des Suites Infinies, par Mr. le Chevalier Newton. 4. Paris 1740.

——— pour apprendre à dessiner sans Maitre, petit Folio. Paris 1740.

——— de lever les Plans & Cartes de Terre & de Mer avec toute sorte d'instrumens & sans instrumens, par Ozanam. 12. Paris.

Michelii (Petri Antonii) Nova Plantarum Genera juxta Tournefortii Methodum disposita. fol. Florent. 1729. fig.

N.

NEwtonianisme des Dames, ou Entretiens sur la Lumière, les Couleurs, &c. par Mr. Algarotti. 12. 2 vol. Amst. 1741.

O.

OEuvres de Mr. Mariotte, de l'Académie Royale des Sciences. 2 vol. 4. fig. N. E. Haye 1740.

Optique (l') des Couleurs, fondée sur les simples Observations, & tournée sur-tout à la pratique de la Peinture, de la Teinture & des autres Arts Coloristes, par le P. Castel. 12. Paris 1740.

P.

PRopriétés de la Médecine par rapport à la Vie Civile, par Mr. Jean Louis de Santeuil, 12. Paris 1739.

Pisonii

Pisonii (Nicolai) de cognoscendis & curandis Morbis Libri tres, 4. *Lugd. Bat.* 1736.

Q.

QUadrature Géométrique du Secteur de Cercle de 45 dégrés, par l'Abbé de Falconet 8. 1739. fig.

R.

REcherches sur un ancien Ouvrage des Romains, appellé communément le Briquetague de Marsal. 8. fig. Paris.

Recueil de diverses Pièces sur la Philosophie, la Religion Naturelle, l'Histoire, &c. par Mrs. Leibnitz, Clarke, Newton, &c. Nouv. Edit. Amst. 1741.

——— de Remèdes faciles & domestiques, choisis & expérimentés, & très approuvés, recueillis par Mad. Foucquet. 8. Edition augmentée. 2 vol. 12. Utrecht 1741.

Ruses de Guerre de Polyen, traduites du Grec, avec des Notes & les Stratagêmes de Pontin. 2 vol. Paris. 12. 1739.

Rega (Henrici Josephi) accurata medendi Methodus, quantum fieri potest ab omni Hypothesi Abstracta, 4. *Lovanii* 1737.

——— ——— *de Simpathia, Dissertatio Medica.* 8. *Harlemi* 1739.

Rohaulti (Jacobi) Physica, editio sexta, in qua juxta novissimam Editionem Londinensem in Annotationibus comprehenduntur Dissertat. sex. 8. *Lugd. Batav.* 1739.

S.

SPadacrene, ou Dissertation Physique sur les Eaux de Spa, par Henri de Heers. N. Ed. revue, corrigée & augmentée de Notes Histori-

toriques & Critiques, par H. Chrouet. 8. Haye 1739.

Statique des Végétaux & l'Analyse de l'Air. Expériences Nouvelles par Mr. Hales. 4. Paris 1735.

Santorini (*Jo. Dominici*) *Observationes Anatomicæ* 4. *Lugd. Bat.* 1739.

Swammerdammi (*Johannis*) *Tractatus de Respiratione usuque Pulmonum*, 4. *editio tertia*, *Lugd. Batav.* 1738.

Sydenham (*Thomæ*) *Opera Universa*, *Edit. Nov. Indice locupletiore iterumque adducto*, *donata. Lugd. Bat.* 1741. 8.

T.

TAble générale des Matières, contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, complette: depuis le commencement jusques à 1734. inclusiv. 12. 3 vol. Amst. 1741. NB. *Cette Table peut servir pour l'Edition in 4. de Paris, comme pour celle de Hollande. Pour cet effet on l'a imprimée aussi in 4. afin de la pouvoir joindre à l'Edition de France. Les Curieux peuvent être assurés que cette Table est de la dernière exactitude.*

Théologie de l'Eau, ou Essais sur la Bonté, la Sagesse & la Puissance de Dieu, manifestées dans la Création de l'Eau; traduite de l'Allemand de M. J. A. Fabricius. 8. Haye 1741.

Théorie & Pratique de la Coupe des Pierres pour la Construction des Voutes, &c. par Mr. Fresier. 4. 3 voll. Strasb. 1739. fig.

——— du Géomètre, où l'on trouve expliquées d'une manière claire & nouvelle toutes les différentes parties qui appartiennent à cette Science, par l'Abbé Deidier. 4. fig. Paris 1739.

——— & la Pratique du Jardinage, où l'on traite à fond des beaux Jardins appellés communé-

munément les Jardins de Plaisance & de Propreté. 4. 3e. Edition, avec beaucoup de Fig. Haye 1739.

Théorie nouvelle sur le Méchanisme de l'Artillerie, par Mr. du Lacq. 4. Paris 1741. fig.

Traité du Jaugeage, où le Jaugeage réduit à des Principes généraux & Géométriques, & à une Pratique courte & facile, par Mr. ***. Paris 1728. 12.

—— des Maladies des Os, dans lequel on a représenté les Appareils & les Machines qui conviennent à leur guérison, par J. L. Petit. 2 vol. 12. Paris 1741. Nouv. Edit.

—— ou Réfléxions tirées de la Pratique sur les Playes d'Armes à Feu, par H. F. le Dran. 12. Amst. 1741.

—— Nouveaux de Trigonométrie Rectiligne & Sphérique démontrés par une Méthode nouvelle & plus facile que celle que l'on a employée jusques à présent, par Mr. de Parcieux 4. Paris 1741.

—— du Vertige, avec la Description d'une Catalepsie Hysterique, &c. par Mr. de la Mettrie, 12. Paris 1738.

—— de la Matière Médicale, pour servir à la composition des remèdes indiqués dans les Aphorismes de Mr. Herman Boerhave. 12. Paris 1739.

Transactions Philosophiques de la Société Royale de Londres, traduites par Mr. de Bremond. 4. qui comprennent les Années 1733, & 1734.

U.

USage du Compas de Proportion, expliqué & démontré d'une manière courte & facile & augmenté d'un Traité de la Division des Champs, par Mr. Ozanam, 8. Paris 1736.

FIN.

HIS-

HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,
Année M. DCCXXXVIII.

PHYSIQUE GENERALE.

SUR LA VITESSE DU SON *.

IL y a déja longtems que l'Académie avoit déterminé par des expériences, que la vitesse du Son est de 180 Toises par Seconde; mais d'autres Compagnies ou des Savans particuliers ayant trouvé aussi par des expériences, que cette vitesse étoit un peu trop grande, l'Académie, qui ne se pique point d'infaillibilité, se résolut volontiers à recommencer de nouveau tout ce travail.

Il est entièrement fondé sur ce principe, que quand une Lumière & un Son partent en même tems, comme d'une Arme à feu, la Lumière arrive beaucoup plutôt à l'Oeil, que le Son à l'Oreille, & même qu'à cause de la prodigieuse & presque incroyable vitesse de la Lu-

* Voy. les M. p. 128.

Lumière, on peut compter qu'elle arrive à l'Oeil dans l'instant précisément qu'elle part, au-lieu que le Son n'arrive à l'Oreille que dans un tems fini & sensible. C'est ce tems qu'il faut mesurer exactement, aussi-bien que la distance du lieu d'où partent la Lumière & le Son au lieu où est l'Observateur.

Cette distance ne peut être trop grande, elle n'est bornée que par la portée de l'Oeil de l'Observateur & par celle de son Oreille. Plus elle sera grande, plus le tems employé par le Son sera long, & moins par conséquent les petites erreurs qui peuvent se glisser dans la mesure de ce tems, seront importantes.

Nous supposons ici qu'on tire un Canon dans l'un des deux Lieux, & qu'on observe dans l'autre; mais supposé qu'on tire, & qu'on observe dans l'un & dans l'autre selon un ordre dont on sera convenu, on verra si le Son n'a point employé plus de tems à faire le même chemin d'un côté que de l'autre, ce qui est fort possible, en cas que le Vent hâte ou retarde le mouvement du Son, selon qu'il est favorable ou contraire, & l'on saura de combien ce mouvement peut être hâté ou retardé par un Vent d'une certaine force.

Et même, quoique de l'un de ces deux Lieux, qu'on peut appeller *réciproques*, à l'autre, il soufflât un grand Vent, on pourroit, sans y avoir aucun égard, déterminer la vitesse du Son absolue, en prenant la moitié de la somme des deux tems employés par le Son, en allant du 1er au 2d & du 2d au 1er, pourvu que la ligne droite, qui les joindroit, fût

dans

dans la direction du Vent ou à peu-près; car il est clair qu'autant que le Son auroit été hâté en allant en un sens, autant il auroit été retardé en allant de l'autre, & par conséquent la moitié des deux sommes seroit sa vitesse naturelle & sans altération.

Les deux Lieux réciproques étant les plus éloignés qu'il se pourra, il est à propos qu'il y ait un 3me lieu intermédiaire sur la même ligne, ou à peu-près, & réciproque aussi. Le chemin total que faisoit le Son étant par-là coupé en deux parties d'une longueur connue, on verra si ces deux parties seront proportionnelles aux tems employés à les parcourir, ce qui emporteroit que la vitesse du Son seroit uniforme, la même au commencement & à la fin, ce qui est un point fort essentiel à savoir.

Voilà les principales vues que l'on avoit dans le travail qu'on alloit entreprendre, car nous négligeons d'en rapporter plusieurs autres moins considérables, qui ne pouvoient manquer de se présenter d'elles-mêmes incidemment, & qui trouveront ici leur place.

Heureusement l'Observatoire de Paris est comme le centre d'un grand nombre de Lieux, dont, à l'occasion de la Méridienne de la France, & depuis peu du Parallele de Paris, les distances ont été mesurées par des opérations Trigonométriques. Il y a tel de ces Lieux qui en voit un autre éloigné de 8 Lieues, & en cas de besoin on en pouvoit lier encore quelques-uns à ceux que l'on avoit déja par les anciens Triangles. On eut un nombre suffisant de personnes accoutumées à obser-

ver, que l'on pouvoit placer dans le même tems en différens postes, Mrs. Maraldi & de Thury étoient à la tête, & tout répondoit à l'Observatoire comme à une Métropole de Colonies.

De toutes les expériences faites sur différentes distances, & souvent dans des lieux réciproques, il résulte que la vitesse du Son est de 173 Toises en 1 Seconde, plus grande dans le rapport de 180 à 173, qu'elle n'avoit été déterminée autrefois.

Quand le Vent est perpendiculaire à la ligne qui joint le lieu d'où part le Son, & celui où il arrive, la vitesse du Son n'est ni augmentée ni diminuée, c'est la même chose que s'il n'y avoit point de Vent. Il est aisé d'en voir la raison. Et si au contraire le Vent souffle dans la direction de la ligne qui joint les deux lieux, il augmente ou diminue la vitesse du Son pour le lieu où le Son arrive.

Il l'augmente ou la diminue de toute celle qu'il a lui-même. C'est le même cas que celui d'un Corps qui se meut dans un Bateau qui se meut aussi.

La vitesse du Son est uniforme.

Elle est la même, soit que le Son soit plus ou moins fort. Ces deux dernières propriétés marquent que le Son est causé par un mouvement élastique, ainsi qu'il a été dit en 1737 *.

Le jour ou la nuit ne font rien à la vitesse du Son, seulement on entend de plus loin la nuit à cause du silence, & ce silence y contribue

* p. 111. & suiv.

tue tant, que le bruit d'un Vent favorable au mouvement du Son pourra empêcher qu'on ne l'entende.

Il n'a pas paru que le chaud, ni le froid, ni le beau tems ou la pluye, ni les différentes pésanteurs de l'Air, influassent en rien sur le Son.

Les distances des Lieux étant aussi-bien connues qu'elles l'étoient, on n'a eu d'erreur à craindre que sur la mesure du Tems employé par le Son à parcourir un certain espace, & on s'est bien assuré que l'on ne pouvoit se tromper que d'une demi-Seconde. Elle sera une certaine partie du Tems total, comme $\frac{1}{100}$, & rendra incertaine une pareille partie de l'espace parcouru. Dans une des expériences, le tems a été de 1' 25", ou de 85", ou de 170 demi-Secondes. Donc une demi-Seconde étoit alors $\frac{1}{170}$ du tems, & donnoit $\frac{1}{170}$ d'erreur possible sur l'espace, c'est-à-dire, à peu-prés 1 Toise, puisque 170 approche beaucoup de 173, nombre des Toises que toutes les expériences concourent à donner pour l'espace parcouru en 1 Seconde par le Son. Donc il ne peut y avoir dans la mesure de cet espace que 1 Toise d'erreur à craindre.

Quand le tems employé par le Son sera plus grand que 1' 25", ou, ce qui revient au même, quand on opérera sur de plus grandes distances, une demi-Seconde sera une moindre partie du tems, & on aura moins de 1 Toise d'erreur à craindre sur l'espace.

Au-lieu de mesurer la vitesse du Son par des distances connues on pourra par la vitesse

du Son connue mesurer des distances, telles que des largeurs de grandes embouchures de Rivières, de grands Lacs autour desquels on ne tourneroit pas facilement. Il est vrai que l'on sera assujetti à prendre des tems calmes, si l'on veut éviter l'embaras d'avoir égard à la vitesse du Vent, & que l'on ne pourra pas attendre la même précision que des mesures Trigonométriques, mais il y a des cas où elle n'est pas nécessaire.

Encore une utilité surnuméraire que l'on a tirée des expériences sur le Son, c'est d'avoir vu que la lumière de la Poudre à canon ne diminue pas tant à beaucoup près par les distances que celle des autres feux, & qu'elle conserve presque toute sa vivacité dans des Brumes où d'autres disparoîtroient. Ainsi un Canon que l'on tireroit, ou une livre de Poudre que l'on allumeroit simplement à l'air libre, avertiroient mieux un Vaisseau qui approche de la Côte, qu'un Fanal qu'il n'appercevra peut-être pas. Il seroit apparemment difficile de trouver quelque vérité qui ne pût avoir qu'un seul usage.



CEtte année parut le IVme Tome des Leçons Physiques de Mr. l'Abbé de Molières, dont nous avons exposé les trois premiers Tomes en 1734 *, 1736 † & 1737 ‡. Il réprend ici l'Astronomie Physique.

On

* p. 129, & suiv. † p. 51, & suiv.
‡ p. 50, & suiv.

On suppose ordinairement que le Tourbillon Solaire est Sphérique, mais il est presque absolument impossible qu'il le soit. Un Tourbillon tend naturellement à s'étendre en tous sens & également par sa force centrifuge, & il n'y a que les Tourbillons environnans qui l'en empêchent par une pareille force qu'ils ont tous. Il ne peut conserver sa figure Sphérique, s'ils ne le repoussent tous, s'ils ne le compriment avec des forces qui soient toutes égales entre elles, or le moyen d'imaginer cette parfaite égalité de forces du nombre presque infini de Tourbillons environnans? La figure supposée Sphérique du Tourbillon Solaire sera donc altérée par la compression inégale des Tourbillons extérieurs, & il seroit même contre la bonne Physique de lui attribuer une figure Elliptique trop réguliere.

Dans le Tourbillon Sphérique, toutes les Planètes arrêtées, chacune dans sa Couche concentrique au Soleil par l'équilibre où elle se trouve avec cette Couche à raison de sa masse & de son volume, décrivent des Cercles concentriques au Soleil, qui sont tous non seulement dans le plan de l'Equateur de chaque Couche, mais dans le plan de l'Equateur du Soleil, parce qu'elles seront toujours portées du côté où sera le plus grand mouvement.

Mais si le Tourbillon devient Elliptique, l'inégalité de compression extérieure, qui produira ce changement de figure, jettera le Soleil hors du centre, & les Planètes hors de leurs places, toujours vers le côté où la

compression sera moindre, & il est aisé de concevoir que cette même cause déplacera le plan de l'Equateur du Soleil, & de plus en fera sortir les plans des Orbites des Planètes, qui auparavant y étoient contenus; ils s'en éloigneront plus ou moins, selon que les Planètes auront été plus ou moins déplacées à raison de leur masse & de leur volume. Il n'y a que les Observations qui puissent nous apprendre la quantité actuelle de ces effets.

Ces Orbites des Planètes jettées en différens plans, satisfont pleinement à une objection de Mr. Newton contre les Tourbillons Cartésiens. Quand il arrive que Venus, la Terre & Mars, sont dans leur plus grande proximité possible, la matière fluide, qui emporte la Terre entre Venus & Mars, y trouve certainement son passage rétréci, & par conséquent en doit aller plus vite, ou, ce qui revient au même, le mouvement diurne du Soleil en doit paroitre plus grand, or il est alors plus petit selon les Règles connues de la Théorie du Soleil, & la position singulière de Venus & de Mars à l'égard de la Terre ne produit rien.

Il auroit pu suffire de répondre que les deux Globes de Venus & de Mars sont si petits par rapport au vaste Courant qui doit passer entre eux, qu'ils ne rétrécissent pas sensiblement son passage, mais il vaut mieux encore qu'il ne passe pas réellement entre eux. Il y passeroit dans le Tourbillon Sphérique, mais dans notre Tourbillon Elliptique, & tel qu'il est, le plan de l'Orbite de la Terre est de tous

tous les plans des autres Orbites, celui qui est le plus éloigné de l'Equateur du Soleil, & par le calcul il s'en faut plus d'un Million de Lieues qu'il ne passe entre ceux de Venus & de Mars.

Tout le monde sait pourquoi les Planètes tournent sur leurs propres axes, toujours d'Occident en Orient par leur partie supérieure, selon la direction générale du mouvement de tout le Tourbillon Solaire. La même cause, que l'on connoit pour être celle de leurs rotations particulières, feroit nécessairement dans le Tourbillon Sphérique que les axes de ces rotations seroient perpendiculaires au plan de l'Equateur du Soleil & du Tourbillon, & par conséquent tous parallèles à l'axe de ce Tourbillon. Mais dans le Tourbillon Elliptique cela ne subsiste plus, l'inégalité de la compression extérieure ne permet plus à ces axes de rotation de rester dans ce même plan où ils étoient tous, & elle les jette plus ou moins hors de ce plan selon que les Planètes ou par leur masse ou par leur volume obéissent plus ou moins à son action. Ce seroit un cas singulier que l'axe de rotation de quelque Planète fût encore perpendiculaire, ou à peu-près, à l'Equateur du Soleil. De même, & par la même raison, un axe de rotation perpendiculaire au plan de l'Orbite de la Planète autour du Soleil, seroit une espèce de merveille. La variété qui règne à tous ces égards dans le Tourbillon Elliptique, n'empêche pas qu'on ne le reconnoisse bien surement pour avoir été, ou avoir pu être du moins originairement Sphé-

rique. Le fond Géométrique perce ici fort évidemment au travers du Physique qui l'enveloppe.

Les axes de rotation des Planètes, inclinés sur les plans de leurs Orbites, y conservent toujours la même inclinaison, ou sont toujours parallèles à eux-mêmes dans toutes les positions différentes des Planètes sur leurs Orbites. C'est que le Tourbillon étant une fois comprimé d'une certaine façon, tout s'est mis dans l'état, dans l'équilibre, que cette compression demandoit, & n'en peut plus sortir, à moins que les causes étrangères qui agissoient ne cessent d'agir, ou n'agissent autrement.

Venons maintenant aux Tourbillons renfermés dans des Tourbillons plus grands. Un petit Tourbillon entièrement fluide & formé de la même matière que le grand, s'élevera nécessairement jusqu'à sa plus haute Couche ; car puisqu'il est dans le grand Tourbillon, il en est emporté, & prend la même force centrifuge, mais d'un autre côté puisqu'il est Tourbillon, il a sa force centrifuge particulière qui le porte du même sens, & ces deux forces unies sont plus grandes qu'une seule. Donc il ne sera en équilibre avec aucune Couche du grand Tourbillon, & s'éloignera toujours du centre avec une vitesse accélérée.

Si on conçoit une Planete *nue*, & sans Tourbillon particulier, posée dans un Tourbillon, elle aura toujours, parce qu'elle est un corps solide, moins de force centrifuge que la Couche où elle sera, & par conséquent

quent elle tombera toujours vers le centre, & encore avec une viteſſe accélérée.

Mais ſi l'on conçoit que cette Planéte qui tomberoit toujours, ſoit revêtue de ce Tourbillon qui s'éleveroit toujours, il eſt évident que le Tout enſemble trouvera dans le grand Tourbillon une place où il ſera en équilibre, & ne tombera ni ne s'élevera.

Pour ſatisfaire l'imagination, qui peut craindre que le petit Tourbillon ne vienne à ſe confondre avec le grand, il eſt permis de ſuppoſer entre eux quelque hétérogénéité de matière, comme celle qui eſt entre l'Eau & l'Huile, & cela même ſera très conforme à la Phyſique.

Ce qui cauſe les rotations, c'eſt que le diamètre d'un Corps ſuſpendu dans un Fluide, eſt inégalement frappé dans ſes deux extrémités. Selon la conſtitution de nos Tourbillons, l'extrémité ſupérieure du diamètre ſera toujours frappée avec plus de force que l'inférieure, ou, ce qui eſt le même, la circonférence ſupérieure du Fluide qui frappera le Corps, le frappera avec plus de force que l'inférieure, & il eſt aiſé de prouver que les forces de ces deux circonférences ſeront comme leurs racines quarrées, ou celles de leurs rayons. Plus l'excès de l'une de ces forces ſur l'autre ſera grand, plus la rotation ſera grande, ou prompte.

Un petit Tourbillon étant dans le grand comme un Corps à part qui en eſt emporté, il ſera dans les deux extrémités de ſon diamètre inégalement frappé par le grand, & par conſéquent plus frappé dans la ſupérieu-

re, ce qui lui donnera une rotation ſelon la direction du mouvement du grand Tourbillon. Si le petit porte à ſon centre un Corps ſolide, une Planète, il en ſera appeſanti, & ſa rotation rallentie.

Cette Planète enfermée dans ce Tourbillon *ſubalterne*, aura-t-elle une rotation ſur ſon propre centre? Elle n'eſt pas dans le cas de ce Tourbillon, dont un diamètre avoit ſes deux extrémités inégalement élevées par rapport au centre du grand Tourbillon, elle occupe le centre du petit, & aura ſa ſurface extérieure toujours également élevée dans toutes ſes parties par rapport à ce centre. Cela eſt vrai, & par cette raiſon ſi le Courant de ſon Tourbillon pouvoit l'emporter hors du lieu où elle eſt, il l'emporteroit ſans lui cauſer de rotation, mais il ne peut pas la déplacer puiſqu'elle eſt au centre, & l'action qu'il employeroit inutilement contre elle à cet effet, il l'employe à lui donner une rotation qu'elle peut prendre. C'eſt ainſi que ſe fait celle du Soleil placé au centre du grand Tourbillon.

Un Tourbillon fluide ne peut pas imprimer à un Corps ſolide central la même viteſſe qu'auroit eue une matière fluide qui auroit occupé la place de ce Corps. Car 1° la matière fluide auroit tourbillonné, & par conſéquent n'auroit pas été peſante, au-lieu que le Corps ſolide l'eſt, or ce qui eſt peſant eſt plus difficile à mouvoir. 2°. Toutes les différentes Couches de la matière fluide centrale auroient eu différentes viteſſes, ou ſe feroient mues indépendemment les unes des autres, ce qui les

les rend plus susceptibles d'un nouveau mouvement en même sens que ne sont les parties d'une masse solide toutes liées entre elles, & qui ne peuvent être mues que toutes ensemble. Ainsi les vitesses de rotation des Corps solides doivent toujours être moindres que n'auroient été celles de matières fluides qui auroient été à leur place. Quant aux vitesses de circulation autour d'un centre, elles sont toujours les mêmes & pour les Fluides & pour les Solides, puisque les Solides ne sont aux places où ils sont dans un Tourbillon, qu'en vertu de leur équilibre parfait avec un volume égal du Fluide.

Par exemple, la Terre étant portée en un an autour du Soleil dans un Tourbillon particulier, le centre de ce Tourbillon, qui est aussi le centre de la Terre, a la même vitesse de circulation qu'auroit eue une particule de matière fluide posée à la même distance du Soleil. En même tems, le Tourbillon particulier frappé à ses deux extrémites, supérieure & inférieure, dont les forces sont inégales, prend un mouvement de rotation autour de son propre centre, & le communique à la Terre, qui à cause de sa pesanteur & de sa masse, n'en peut pas prendre toute la vitesse. La rotation de la Terre sur son centre ne tient point immédiatement à sa circulation autour du Soleil, ni à sa distance au Soleil, mais seulement à la rotation de son Tourbillon particulier autour du Soleil. Si la Terre n'avoit point ce Tourbillon, & qu'elle fût d'une certaine petitesse, elle circuleroit autour du Soleil sans avoir de rota-

 tion;

tion; il est facile de voir que les deux différentes Couches, où se termineroit un petit diamètre, pourroient bien n'être pas assez inégales en vitesse, mais au défaut d'une rotation entière, il se pourroit faire quelque mouvement d'Oscillation, pareil à celui d'un Pendule, quelque Libration qui seroit une rotation commencée, le diamètre n'étant que de la grandeur convenable à cet effet.

La figure du Tourbillon de la Terre doit naturellement être Sphérique, mais puisque le grand Tourbillon Solaire qui le renferme, & l'emporte, est Elliptique, il s'accommodera à cette figure le plus exactement qu'il se pourra, car différentes petites circonstances particulières, qu'il seroit inutile, & impossible de deviner toutes, ne permettront pas que cette conformité soit parfaite. La Terre sera donc en différens tems, inégalement éloignée du Soleil, elle aura son Aphélie & son Périhélie, ou sa vitesse sera différente.

Quand la figure du Tourbillon Solaire seroit absolument constante & invariable, ce qui n'est pas certain, la figure du Tourbillon de la Terre ne laisseroit pas de varier, parce que ce Tourbillon dans sa révolution annuelle, passant par des espaces de l'Ellipse Solaire, tantôt plus étroits, tantôt plus larges, il seroit obligé de devenir tantôt plus, tantôt moins Elliptique.

Il a encore un autre principe de variation, mais qui lui est intérieur. La Terre, en ne considérant point ici la Lune, est le seul corps

corps pesant de son Tourbillon, le seul qui tende vers le Soleil, tout le reste est une matière fluide, qui au contraire tend à s'en éloigner. Il a été prouvé que toute cette matière fluide, dont toutes les parties tourbillonnent, est élastique, & que de là même vient le Ressort *. On peut donc imaginer la Terre comme un Corps pesant posé sur la partie inférieure d'un Cercle d'Acier. Ce cercle étant pressé en embas par cette partie, la partie supérieure opposée s'abaissera aussi, les deux parties latérales moyennes s'éloigneront l'une de l'autre, & le Cercle deviendra une Ellipse dont le petit axe sera toujours dans la ligne de la pression qui a causé le changement de figure, c'est-à-dire, en remettant ici la Terre, que sa seule pesanteur changeroit son Tourbillon supposé Sphérique, en un Elliptique dont le petit axe seroit dirigé au centre du Soleil.

Puisque la Terre tourne toujours autour du Soleil, que par conséquent les lignes par lesquelles elle pese vers lui, sont toujours différentes, & que ces différentes lignes sont toujours dans la direction des petits axes de l'Ellipse formée par la pesanteur de la Terre, il est nécessaire que ces petits axes changent toujours de position, & par conséquent aussi toute l'Ellipse, & que dans le cours d'une révolution annuelle elle soit toujours différemment posée par rapport au Soleil.

Cependant il est vrai que la pesanteur de la Terre pourra ne pas causer cette Ellipse dont

* V. l'Hist. de 1714. p. 140.

dont nous parlons. Toutes les Couches du Tourbillon de la Terre sont élastiques, & si celle dont elle est immédiatement enveloppée étoit la seule, elle agiroit contre elle par toute sa pesanteur. Mais après une 1ere Couche, il y en a une 2de qui porte une partie du poids, après cette 2de une 3eme, &c. De sorte que plus il y a de Couches, moins chacune est pressée, & il peut y en avoir tant que les dernières ne porteront plus rien, & demeureront circulaires, du moins sensiblement. L'effet dépend de la grandeur du Tourbillon, & sera plus grand dans un petit.

Maintenant si l'on considère la Lune entrée dans le Tourbillon de la Terre, où elle aura elle-même son Tourbillon particulier, on voit qu'il se fera une assez grande complication, nous n'en donnerons qu'une légère idée.

Si le Tourbillon de la Terre est trop grand pour permettre que le principe de la variation perpétuelle de figure, que nous venons d'exposer, y ait lieu, il est du moins très apparent que la petitesse du Tourbillon Lunaire le permettra; & ce principe joint aux autres qui lui seront communs avec le Tourbillon Terrestre, & combiné avec eux de toutes les manières dont il peut l'être, produira beaucoup de variété & d'irrégularité apparente dans la figure du Tourbillon, ou de l'Orbite de la Lune autour de la Terre, & par conséquent aussi dans son cours, puisqu'elle suivra cette Orbite.

Ajoutons que la Lune comprise dans le Tourbillon Terrestre, qui est Elliptique, y sera

sera à différentes distances de la Terre, & par conséquent y aura toujours différentes vitesses, la plus grande au Périgée, & la moindre à l'Apogée.

De plus, le Tourbillon particulier qui la porte, & elle-même par conséquent, aura plus ou moins de vitesse selon que ce Tourbillon sera posé par rapport à l'Aphélie & au Périhélie du Tourbillon Terrestre.

La Lune pese vers la Terre, & fait par-là une certaine impression sur la matière fluide interposée entre elle & la Terre. De même précisément la Terre pese vers le Soleil. Si la ligne selon laquelle la Lune pese vers la Terre, & la ligne selon laquelle la Terre pese vers le Soleil, ne font qu'une même ligne droite, alors il est certain que l'impression, que peuvent faire sur la matière fluide interposée ces deux actions ou efforts pris ensemble, sera la plus grande qu'elle puisse jamais être. Or alors les trois corps de la Lune, de la Terre, & du Soleil, sont sur la même droite, & la Lune vue de la Terre est ou en Conjonction ou en Opposition avec le Soleil, ce qu'on apelle ses *Sizygies*. Donc ce sera dans les Sizygies que les effets de la Lune par rapport à la Terre seront les plus grands & les plus marqués, tout le reste étant supposé égal. Ils seront plus foibles selon que la Lune s'éloignera davantage des Sizygies.

Si l'on rassemble, seulement d'une vue générale, tous les principes qui entrent dans la composition du mouvement de la Lune, on verra qu'il n'en peut résulter qu'un cours très inégal

inégal en soi & dans une seule révolution de la Lune autour de la Terre, très inégal encore d'une révolution à l'autre, & qui ne reviendra que difficilement, & après bien des révolutions, à être à peu-près tel qu'il a été d'abord. On verra aussi que l'Orbite de la Lune sera bien éloignée d'être une Ellipse tant soit peu régulière, mais que ce sera une Courbe indescriptible pour toute notre Géométrie, changeante, inconstante, & dont on ne pourra attraper que des points.

Quand deux principes tendent à imprimer à un même Corps des mouvemens opposés, & que l'un est supérieur à l'autre, mais seulement pour un tems, après quoi l'autre devient supérieur à son tour, il est clair que ce Corps aura des Balancemens, des Librations, si son centre ne change point de place, & des Oscillations de Pendule, s'il en change. Dans le grand nombre de principes qui composent le mouvement de la Lune, il seroit difficile qu'il ne s'en trouvât qui, par leur combinaison, devinssent conditionnés comme il le faut pour produire des Librations, aussi en a-t-elle qui sont connues des Astronomes, & qui amenent dans la Théorie de cette Planète un nouveau genre de bizarrerie.

Le flux & reflux de l'Océan, merveille encore aujourd'hui étonnante, tient certainement à la Lune, mais il y entre une considération particulière & nouvelle, dont nous n'avons point encore eu lieu de parler. Ce seroit dans les Sizygies, comme on vient de le voir, que les effets de la Lune sur la Terre,

re, feroient les plus grands, mais ils pourroient n'être pas sensibles, ou tres peu. La Lune par sa pesanteur vers la Terre, pousseroit la Terre hors du centre de son Tourbillon, & la pousseroit d'autant plus loin que la Terre seroit moins pesante, c'est-à-dire, composée de parties qui tendroient avec moins de force au centre commun de leur mouvement, qui feroit celui de la Terre. Il seroit fort possible que ce déplacement de la Terre par la Lune, ou ce changement de distance de la Lune à la Terre ne fût qu'à peine apperçu par les Astronomes, & en général il faut toujours que la Terre ne soit que d'une certaine pesanteur pour se laisser ainsi déplacer par la Lune.

Que si le globe de la Terre étoit composé de deux grandes parties telles que s'il n'avoit été formé que de l'une il n'eût point été déplacé, & qu'il l'eût été au contraire s'il n'eût été formé que de l'autre, il est certain que non seulement le déplacement de la Terre n'eût été que moyen, mais que l'action de la Lune auroit pu ne s'exercer que sur les parties propres à être déplacées, & non sur les autres. Or telle est précisément la composition du Globe Terrestre, formé de parties solides plus pesantes, & d'Eaux qui le sont beaucoup moins. La Lune déplace les Eaux, & ne déplace point les parties solides. Si l'on conçoit le Globe Terrestre entièrement couvert d'Eaux qui enveloppent un grand Noyau solide, ce Noyau demeure immobile, & les Eaux sont mues.

Il feroit assez naturel d'imaginer que les Eaux

Eaux s'abaissent sous la Lune, qu'il s'y fait un enfoncement, d'où elles vont en s'élevant de côté & d'autre, ce qui fait un Sphéroïde dont le petit axe est dans la droite tirée de la Lune au centre de la Terre. Mr. Newton a cru au contraire que les Eaux s'élevoient sous la Lune, mais c'est parce qu'il fait agir la Lune par attraction, & comme on est plus qu'en droit de rejetter ce principe, il seroit permis de ne pas s'en tenir à cette idée ; aussi bien ne paroît-il pas qu'on puisse déterminer par expérience, si les Eaux s'abbaissent ou s'élèvent sous la Lune, lequel que ce soit des deux, les phénomènes seront toujours les mêmes.

Mais il est vrai que dans le Sstyème de Mr. l'Abbé de Molières, qui n'admet que des principes bien réels, les Eaux doivent s'élever sous la Lune, ainsi que l'a cru Mr. Newton. La direction de l'action de la Lune, qui est une ligne tirée de son centre à celui du Globe Terrestre, tend à éloigner d'elle ce Globe couvert d'Eaux. Elle n'en peut éloigner le Noyau, mais elle en peut éloigner les Eaux qui l'enveloppent, & par conséquent les chasser devant elle de dessus le Noyau, aussi loin qu'il sera possible. Elle les amasseroit toutes sur l'hémisphère du Noyau qui lui est opposé, & là elles formeroient une espèce de Cone, dont la base seroit la surface de cet hémisphère, & l'axe seroit dans la direction de l'action de la Lune, mais la pesanteur des Eaux vers le centre de la Terre, que nous n'avons pas encore considérée ici, doit y entrer. Elle empêche que les

les Eaux ne s'éloignent du Noyau autant qu'elles auroient fait, & si on se représente ce que doit produire son action, qui tend à rassembler sphériquement les Eaux, combinée avec celle de la Lune, qui tend à faire ce Cone que nous venons de dire, on verra qu'il en résulte un Sphéroïde d'Eaux autour de la Terre, dont le grand axe sera dans la ligne de l'action de la Lune, & que par conséquent les Eaux s'éléveront sous la Lune.

Si Mr. Newton a parlé sincèrement, il n'a employé l'Attraction dans le grand Edifice de la Physique, que comme une Pierre d'attente ou une Etaye, & il seroit bien aisé aujourdhui de voir qu'on l'ôte, pour mettre en la place quelque chose de plus solide, & de mieux assorti à tout le reste de tout ce grand Edifice.



CEtte même année parut le IVme Volume de l'*Histoire des Insectes*, de Mr. de Reaumur. Le précédent avoit fini par l'Histoire des Galles des Plantes, causées par des piqûres d'Insectes, qui se sont fait des logemens dans ces excroissances, & s'y sont en même tems assuré leur nourriture *. Ce nouveau Tome commence par des Galles, qui en ont toutes les apparences possibles, & qui cependant n'en sont point; ce ne sont plus des excroissances de Plantes produites & habitées par des Insectes, ce sont de véritables

* V. l'Hist. de 1737. p. 13, & suiv.

bles Insectes de la couleur du bois à peu près, & parfaitement immobiles ; on ne les reconnoit point pour des Animaux à ce qu'ils croissent, de vrayes Galles croitroient aussi. Mr. de Reaumur, pour exprimer leur nature douteuse, les appelle *Gallinsectes*.

Il est aisé de juger que les Gallinsectes se nourrissent du suc de la Plante, & que le peu qu'elles en peuvent tirer du petit endroit où elles sont toujours attachées, leur doit suffire. Elles croissent tout au plus depuis la grandeur d'un grain de Poivre jusqu'à celle d'un Pois. La Trompe dont elles se servent pour sucer la Plante, sera certainement difficile à appercevoir.

Parvenues à leur dernière grandeur, elles n'ont plus qu'à pondre, & non seulement elles pondent sans changer de place, mais sans qu'il paroisse aucunement qu'elles ayent pondu. La Gallinsecte étoit appliquée par son ventre contre l'Arbre, & n'offroit aux yeux que son dos, de sorte qu'elle avoit la figure d'un Bateau renversé Quand elle pond, elle fait passer ses Oeufs entre son ventre & l'Arbre à mesure qu'ils sortent, & les pousse du côté de sa tête. Son ventre s'élève donc, toujours soutenu par les Oeufs sortis, & se rapproche du dos, & comme toute la Gallinsecte n'étoit presque qu'un paquet d'Oeufs, il ne reste d'elle après sa ponte, que son ventre attaché à son dos, deux membranes minces, qui font une couverture extérieure à un tas d'Oeufs, au lieu qu'elles le renfermoient auparavant. Rien n'est changé au dehors.

Les

Les Oeufs de plusieurs espèces de Gallinsectes se trouvent posés sur un duvet cotonneux, qu'on peut appeller un *Lit* ou un *Nid*; tout le tas en est même enveloppé en partie, si ce n'est qu'il y en a quelques-uns répandus dans ce Duvet, comme au hazard. D'où peut venir cette matière? car assurément les Gallinsectes ne l'ont pas filée, aussi privées de mouvement qu'elles le sont. Mr. Reaumur croit qu'elles l'ont transpirée, on a déja vu des exemples pareils en 1737 *. Il est sorti naturellement de la Gallinsecte même un Lit qui la tient plus mollement & plus commodément couché sur l'Arbre, & dans la suite ce Lit devient Nid pour les Oeufs.

Mais la grande difficulté est de savoir comment les Gallinsectes ont été fécondées. Des Animaux immobiles sont incapables d'accouplement, seroient-elles du nombre de ceux qui n'en ont pas besoin, comme on commence à le soupçonner de quelques-uns? Mais ce n'est guère encore qu'un simple soupçon, sur lequel il seroit trop dangereux de rien fonder. Mr. de Reaumur pourroit avoir découvert le mistère. Il a vu de très petites Mouches se promener sur le corps des Gallinsectes, dont chacune est pour elles un assez grand terrain, y chercher avec un Aiguillon toujours prêt, un endroit qu'elles veulent piquer, le trouver toujours vers l'Anus de la Gallinsecte, à une fente bien marquée, & alors plus ouverte, & y porter cet Aiguillon d'une manière qui ne paroit point déplaire à la Gallinsecte. Ces Mouches seront les Mâles de

* p. 39.

de cette espèce, malgré leur grande différence de figure & de volume avec les Fémelles.

Il est certain d'ailleurs que des Mouches, quelles qu'elles soient, ne commencent pas par être Mouches, il faut qu'elles ayent passé auparavant par quelque métamorphose. Parmi des Gallinsectes du même âge, on en voit de fort petites par rapport aux autres, &, ce qui est plus remarquable, on trouve souvent que ce ne sont plus des Gallinsectes, mais seulement des Coques vuides, d'où l'Animal est sorti. Cet Animal se sera métamorphosé, & devenu Mouche, il ira féconder des Fémelles de l'espèce dont il tire son origine. Elles ne se métamorphosent point. Il y a toute apparence que les Mouches qui fécondent les Fémelles d'une ponte, ont été des Gallinsectes d'une ponte précédente. Il leur faut donner le tems de la métamorphose.

Quand les Oeufs des Gallinsectes éclosent, il en sort des Petits très vifs & très agiles, qui se dispersent çà & là pour chercher quelque Plante qui leur convienne, & où ils se fixeront pour toujours, devenant enfin avec l'âge parfaitement tranquilles & sédentaires, comme feroient des Animeux bien raisonnables.

Le Kermès, dont les deux usages sont si connus, l'un pour la Teinture, l'autre dans la Médecine, est une espèce de Gallinsecte, qui vient sur un petit Chêne verd en Languedoc, en Provence, & en quelques autres lieux. On en a profité longtems sans le connoitre, comme l'on fait encore de quelques autres choses. On l'a pris pour une véritable

ble Galle, ou pour une Coque où un Insecte avoit déposé ses Oeufs, & ce ne sont pas seulement des Païsans, uniquement curieux de la recolte & de la vente, ce sont d'habiles Physiciens, qui ont été dans l'erreur. Mais enfin la vérité n'a pu se dérober toujours, un grand nombre d'observations imparfaites, & de conjectures fautives, en amènent enfin de sures & de vrayes, qui décident.

Après les Gallinsectes, Mr. de Reaumur traite d'un autre Genre qui leur ressemble beaucoup, & qu'il appelle par cette raison *Progallinsectes*. La principale différence est que les Progallinsectes sont vivipares.

Selon Mr. de Reaumur, la Cochenille est une espèce de Progallinsecte. Elle est sans comparaison plus précieuse que le Kermès, quoiqu'elle n'ait qu'un seul des deux usages qu'il a, & même le moins intéressant pour nous, celui de teindre en rouge. Mr. de Reaumur calcule que la quantité de Cochenille qui vient tous les ans du Méxique en Europe, monte à plus de 15 Millions, monnoye de France.

Elle a eu le même sort que le Kermès, on a ignoré jusqu'à présent ce que c'étoit au vrai. Les prémiers qui ont étudié l'un & l'autre, & qui ont mis apparemment les Observateurs suivans sur les voyes, ont été des Membres de cette Académie naissante. On verra dans l'Ouvrage dont il s'agit ici, l'histoire curieuse des deux découvertes. On trouvera notre Siècle bien riche sur ce point, par rapport à la plupart de ceux qui l'ont précédé.

Mr. de Reaumur, qui cherche à rendre ses

longs travaux sur les Insectes, assez sensiblement & assez grossièrement utiles pour contenter tout le monde, croit que l'Europe pourroit s'épargner ce qu'elle dépense en Cochenille, que la France a des Climats sous sa domination, tout au moins la Martinique & St. Domingue, où cet Insecte viendroit, soit sur des Opuntia ou Roquettes d'Inde comme au Méxique, soit sur d'autres Plantes semblables, qu'il faudroit du moins en faire l'essai. Il est certain que l'exemple des Vers à Soye est très encourageant.

La Cochenille a une qualité fort avantageuse pour le Commerce, c'est que desséchée, & dans l'état où on la débite, elle se garde très longtems sans souffrir aucune altération par rapport à la Teinture. On a une expérience de 130 ans.

Après la Cochenille, ce n'est guère la peine de parler de l'Ecarlate de Pologne ou *Coccus Polonicus*, que l'on connoit peu, & dont, depuis la Cochenille, on a extrêmement négligé la recolte, qui étoit même plus difficile & moins abondante. Un savant Naturaliste en a fait une bonne Histoire d'où Mr. de Reaumur a tiré toute la connoissance qu'il en a. Il se trouve que l'Insecte, qui est cette Ecarlate, est du genre des Progallinsectes, & ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que selon tout ce qu'on peut savoir de cet Insecte & de la Cochenille, la fécondation de ces deux Progallinsectes se fait précisément comme Mr. de Reaumur croit que se fait celle des Gallinsectes, par de petites Mouches qui vont piquer des Femelles beaucoup

plus

plus grosses, & d'une figure très différente. Ces sortes de singularités doivent être mises en réserve pour des occasions embarrassantes où elles peuvent donner des dénouemens.

Jusqu'ici Mr. de Reaumur n'a traité que des Chenilles, ou d'Insectes qui y ont assez de rapport, & auxquels les Chenilles l'ont conduit. Il passe ensuite à un autre ordre d'Insectes, aux Mouches.

Ce qui les distingue le plus généralement, & le plus sensiblement d'avec les Papillons, qui sont aussi des Insectes ailés, c'est que leurs Aîles sont très minces, transparentes, & sur-tout ne laissent rien qui s'attache aux doigts quand on les touche, au-lieu que celles des Papillons ont, comme l'on sait, les qualités contraires.

Toutes les Mouches ont été Vers, de même que tous les Papillons ont été Chenilles, & puisqu'on a commencé l'Histoire des Chenilles par leur prémier état de Chenilles, pour les conduire ensuite jusqu'à celui de Papillons, il semble qu'on devroit suivre aussi dans l'Histoire des Mouches ce même ordre si naturel, & les prendre d'abord dans leur état de Vers. Mais il y a une grande différence, les Chenilles sont très visibles aussi-bien que les Papillons, mais souvent les Vers qui deviendront Mouches, sont ou trop petits ou trop bien cachés, soit en terre, soit dans les eaux, & on n'en voit que les Mouches. Il faut donc commencer par les étudier sous cette forme, sauf à remonter ensuite jusqu'aux Vers, quand on les pourra connoitre.

Rien n'eſt ſi connu que les Mouches communes, les Abeilles, les Guêpes, les Couſins, de groſſes Mouches bleues qui s'attachent à la Viande, mais ce dénombrement eſt bien court par rapport à la prodigieuſe quantité de différentes Mouches que l'on trouve quand on veut obſerver. La figure, & les proportions de leur corps, le nombre, le tiſſu, & le port de leurs Ailes, leurs Antennes, leurs Jambes, leur Trompe, &c. offrent aux yeux ſeuls une infinité de différences qui ne donnent que trop de priſe à Mr. de Reaumur pour établir des Claſſes, des Genres & des Eſpèces, car il eſt toujours à craindre que l'arrangement qu'on veut mettre dans un ſi vaſte Chaos ne le débrouille pas encore aſſez. Nous ne nous engagerons point dans le détail de ce Syſtème, qui n'eſt fait que pour des Phyſiciens, ou des Obſervateurs très curieux. Il nous ſuffira de rapporter quelques particularités les plus remarquables de quelques Mouches priſes la plupart dans la Claſſe des Mouches à deux Ailes.

Avant que d'entrer en matière, il faut ſe rappeller que les Mouches ont le corps diviſé ſelon ſa longueur en trois parties très diſtinctes, marquées par des eſpèces d'étranglemens, ou quelquefois par des filets déliés; ces parties ſont la *Tête*, le *Corcelet*, & le *Corps* plus long, & quelquefois beaucoup plus que les deux autres.

La Tête eſt chargée de ces milliers d'Yeux à réſeau, dont nous avons parlé en 1734 *, à

* p. 46

à l'occasion des Papillons, qui les ont aussi. La merveille que nous y trouvions alors n'est pas diminuée pour être plus commune.

Les Trompes par où les Mouches prennent leur nourriture doivent ressembler en général, & ressemblent à celles des Papillons, dont nous avons parlé en 1734. On conçoit assez qu'il se trouvera des différences quand elles auront à exercer leurs fonctions dans des circonstances différentes. Par exemple, un Papillon ne se nourrit que du suc liquide d'une Fleur, & un Mouche attaquera un morceau de Sucre bien sec, & s'en nourrira. Elle a donc besoin de quelques Instrumens qui lui en amollissent les parties, & de quelque liqueur qui les détrempe, afin qu'elles puissent entrer & couler dans le canal très étroit de la Trompe. Pour cela, elle a au bout de cette Trompe ce que Mr. de Reaumur appelle deux *Levres*, grosses par rapport au canal qu'elles terminent, charnues, musculeuses, propres à se plier & replier, à s'élever & s'enfoncer, enfin à se mouvoir en tous sens avec une extrême vitesse, & qui, tandis que l'Animal fait tomber de ses entrailles une certaine liqueur sur le Sucre, le pêtrissent, l'atténuent, & en expriment des Sucs, assez fins pour monter dans la Trompe.

Si la Mouche a la peau d'un Animal à percer, avant que d'arriver à sa nourriture, son action différera encore plus de celle du Papillon. Il faudra qu'un Aiguillon accompagne la Trompe, & dans un petit Animal ces deux Instrumens combinés ensemble, seront assurément difficiles à démêler. Après avoir admiré

miré l'art dont ils ont été conſtruits, on peut encore être étonné de l'art qu'il a fallu pour les reconnoitre.

Les Mouches ont, comme les Papillons, des Stigmates, ouvertures extérieures, ou eſpèces de Bouches par où entre l'air de la reſpiration. Mr. de Reaumur croyoit qu'elles n'en avoient que deux & placés ſur le Corcelet, tant parce qu'il n'en voyoit pas d'abord davantage, & qu'il n'en voyoit que là, que parce qu'il jugeoit le fait très vraiſemblable par l'analogie des Papillons qu'il avoit trouvés dans ce cas. Mais en examinant mieux les Mouches, il leur a vu quatre Stigmates ſur le Corcelet, & d'autres enſuite répandus deux à deux ſur chaque Anneau du Corps. Inſtruit par les Mouches à mieux voir, il eſt retourné aux Papillons, & il a trouvé qu'il en étoit de même pour eux. Ce n'eſt pas un aveu qui coute beaucoup, ni qui doive être bien glorieux que celui d'une erreur en pareille matière.

Il a éprouvé tant pour les Mouches que pour les Papillons, que les Stigmates du Corcelet ſont beaucoup plus importans que ceux du Corps. Les prémiers étant frottés d'Huile, ces Animaux périſſent, & ils ne périſſent pas s'il n'y a que les autres Stigmates qui l'ayent été. Un Papillon mâle très vif, après avoir tourné longtems autour d'une Femelle de ſon eſpèce, ſe détermina enfin à la dédaigner, parce qu'on l'avoit trempée dans l'Huile juſqu'au Corcelet. Il ne la jugea pas aſſez ſaine, & en effet elle mourut bientôt.

On conçoit aiſément quel prodigieux nombre

bre de ramifications d'une prodigieuse finesse doivent partir de tous ces Stigmates pour aller porter l'Air dans tout le corps de la Mouche. Il ne se rend pas tout entier comme chez nous dans une liqueur qui soit son véhicule commun, & le distribue ensuite dans toutes les parties; apparemment chez la Mouche, il ne se distribue par-tout qu'en détail.

Dans les Mouches à deux Ailes, Mr. de Reaumur a vu des parties voisines des Ailes, qui manquent toujours aux Mouches à quatre Ailes. Il semble par-là qu'elles devroient réparer le défaut de deux Ailes chez les Mouches qui n'en ont que deux. Mais les plus ingénieuses conjectures seroient encore trop peu appuyées de faits.

Le *corps* des Mouches est divisé par Anneaux, dont la consistance est écailleuse par rapport à celle des Membranes, & la position de ces Ecailles entre elles, leur liaison, leurs petits intervalles remplis par des membranes fléxibles, tout cela ménagé de différentes manières en différentes espèces, l'est toujours de façon que le corps est capable de contractions, & de dilatations alternatives.

Ce corps est assez transparent en plusieurs endroits pour laisser voir ce qui se passe au dedans; la dissection la plus fine ne viendroit pas à bout de démêler assez bien de si petites parties pour en faire deviner l'usage & les fonctions. On voit des gouttes de liqueur entrer dans un assez long canal qui va de la partie postérieure vers le Corcelet, & se termine à une grosse partie. Ces gouttes se

meuvent selon cette direction, & arrivent à la grosse partie qui a des mouvemens de contraction & de dilatation si sensibles, que quelquefois elle en change très considérablement de figure. Le cours des gouttes n'est pas continu, mais après avoir cessé de couler, il paroit qu'elles reviennent sur leurs pas avec une direction contraire à la prémière. Mr. de Reaumur conjecture que la grosse partie est le Cœur, où les gouttes vont se rendre, mais pourquoi ne les pousse-t-il pas en avant & dans les parties antérieures de l'Animal selon la Loi de toutes les Circulations connues? pourquoi rebroussent-elles par le même chemin? Mr. de Reaumur soupçonne par la dissection qu'il a faite de ces parties malgré leur petitesse, que ce chemin n'est pas réellement le même, & que le canal du retour est différent de l'autre, contre lequel il est axactement appliqué, ce qui, joint à leur grande transparence & à leur finesse, les fait paroitre aux yeux comme un seul. Il y aura donc une vraye Circulation. Elle ne sera pas, à la vérité, continue, comme dans les grands Animaux, mais après tout ce que l'on connoit déja des Insectes, ce ne sera pas-là une merveille bien étrange. On pourroit dire au contraire que si une Circulation interrompue est possible, elle se trouvera dans quelques Insectes. Or on peut imaginer cette possibilité.

Il y a des Mouches dans lesquelles on voit, à la faveur de leur transparence, comme un plan mince, un petit nuage très délié qui, partant de la jonction du Corcelet avec le Corps,

Corps, s'avance toujours lentement vers la partie postérieure de l'Animal, & toujours dans une position parallèle à la prémière qui étoit à peu-près perpendiculaire au Corps. Il disparoît quand il passe au de-là de l'endroit où est le Cœur. Souvent un second tout pareil lui succède, fait la même route, & n'attend pas toujours pour se montrer que le prémier ait disparu; on en peut voir jusqu'à trois ou quatre à la fois.

Ce phénomène très bizarre dans un Animal, paroît dépendre de deux Vessies ou Sacs placés l'un contre l'autre, si grands qu'ils occupent quelquefois les deux tiers de la capacité du Corps de l'Insecte, & qui sont toujours pleins d'air. Ils s'appliquent à la surface intérieure des Anneaux, mais sans y être collés, & sont applatis l'un par l'autre à l'endroit où ils se touchent, vers le milieu du corps de l'Insecte. Si ces deux Sacs ont en même tems un même mouvement vermiculaire pareil à celui de nos Intestins, il se formera à chaque instant l'apparence d'un Cercle qui embrassera leurs circonférences extérieures détachées en cet instant, & un seul endroit de la surface des Anneaux; & comme d'instant en instant ce sera un nouveau Cercle, il paroîtra que c'est le même qui s'est mu. Que si le mouvement vermiculaire qui va d'un bout à l'autre, recommence au prémier bout une seconde progression avant que d'avoir fini la prémière, on verra en même tems deux différens Cercles, & cette même Méchanique encore redoublée en fera voir plusieurs.

Quand on connoit les Mouches, il s'agit de connoitre les Vers, sous la forme desquels elles ont d'abord vêcu, car elles ont toutes certainement été Vers ; on sait que la proposition réciproque n'est pas vraye, & que tous les Vers ne deviennent pas Mouches ; quelques-uns deviennent Scarabés, d'autres Punaises, d'autres Sauterelles, &c. Quelques-uns même, comme les Vers de terre, ne subissent aucune métamorphose.

Dans le Genre des Vers que l'on sait qui deviennent Mouches, il y a tant de variétés essentielles & bien marquées, que l'on en feroit un très grand nombre d'Especes, & il n'y auroit d'embarras, qu'à bien choisir les caractères, & à les bien combiner. Nous parcourrons seulement ces différences extérieures les plus frappantes.

Sur l'exemple de tous les Animaux connus, on croiroit que la Tête doit toujours être d'une figure invariable ; & en effet, comme elle renferme tous les Organes des principales Sensations de l'Animal, tout n'y sera-t-il pas dérangé & bouleversé, si elle s'allonge ou s'accourcit, se contracte ou se dilate très sensiblement ? C'est cependant ce qui arrive à quelques Vers, dont la Tête peut changer de figure d'une manière à étonner.

Il y en a qui n'ont point de Jambes, & qui s'en donnent quand ils veulent. Ils savent renfler & pousser en dehors certains endroits de la partie inférieure de leurs Anneaux, & ils se traînent sur ces appuis.

On découvre un artifice assez semblable dans des Vers qui ne peuvent vivre qu'en des lieux

lieux humides, dont il est cependant à craindre que l'humidité ne vienne à boucher les Stigmates par où ils respirent. Ils gonflent & élèvent leur peau tout autour de ces Stigmates, & les mettent à couvert de l'eau dans cette cavité.

D'autres ont le principal organe de leur respiration placé à leur Queue, où il est emboité comme dans un étui, parce que c'est un long tuyau. Ceux de ces Vers qui sont aquatiques, tiennent leur queue élevée perpendiculairement sur la surface de l'eau, on en voit la raison.

Quelques Vers ont la Tête armée de deux Crochets parallèles entr'eux, courbés comme des Cornes, roides, infléxibles, & fort pointus, avec quoi ils *piochent* l'aliment qui leur convient, le réduisent en très petites parcelles, que reçoivent ensuite deux Bouches placées chacune auprès d'un des Crochets.

On peut prendre pour exemple d'un grand nombre de métamorphoses des Vers en Mouches, celle de ces Vers si connus, qui vivent de la Viande, & deviennent de grosses Mouches bleues.

Ils vont se transformer sous terre, quand ils sont libres, mais s'ils ne le sont pas, si on les tient en observation dans des Poudriers, où ils n'ayent point de terre, on leur voit une inquiétude extrême pour en chercher ; à la fin cependant ils s'en passent, & cèdent à la nécessité.

Ils ne se font point de Coque pour s'y enfermer, leur propre peau, qui leur est devenue étrangère, parce qu'ils ont sû s'en sépa-

rer, & s'en détacher parfaitement, leur sert à cet usage. Elle est assez solide, & assez épaisse, & elle l'est d'autant plus qu'ils n'en avoient jamais changé dans leur vie de Ver, car il est visible qu'une dernière peau nouvelle seroit plus tendre & plus mince.

Sous cette enveloppe ils ont la figure d'une Sphère allongée, divisée par Anneaux perpendiculaires à son grand diamètre. Il y a bien loin de ce Sphéroïde à une Mouche; aussi ne devient-il pas Mouche immédiatement par un simple développement de parties roulées, emboitées les unes dans les autres; il se fait un changement de figure trop considérable. Le haut du Sphéroïde s'allonge beaucoup au bout de quelques jours, il est sorti de son intérieur des parties qui ne se montroient point auparavant, & le tout ensemble prend une figure de Nimphe où l'on démêle assez distinctement ce qui sera la Tête, les Jambes, les Ailes d'une Mouche, au-lieu qu'on ne voyoit qu'une Boule assez uniforme. Mr. de Reaumur croit pouvoir compter ici deux métamorphoses, l'une en Boule, l'autre en Mouche.

Quand le Ver est assez devenu Mouche pour être en état de quitter sa Coque, il trouve tout disposé pour sa sortie. A l'endroit de sa Tête il y a deux petites plaques circulaires ou *calottes* qui la recouvrent, peu attachées au reste de la Coque, & qui peuvent s'en séparer quand la Tête fera contre elle un effort suffisant. Mais il faut qu'elle puisse n'en être pas capable, peut-être à cause de sa figure, car enfin quand cette Tête veut pousser en dehors & abbatre les calottes,

ter, il lui survient une nouvelle partie, une Vessie fort grosse par rapport à elle, arrondie par toute la surface qui doit frapper les colottes, au moyen de quoi elle les prend en plein, & les renverse. Cette Tête est alors à figure variable, quoique le Ver n'en eût pas une pareille, & que la Mouche n'en doive plus avoir, passé ce moment-là.

Cette Tête qui s'est grossie pour forcer les murs d'une prison, n'a pas besoin de demeurer en cet état pour en sortir, au contraire il lui convient d'être aussi menue qu'elle peut. Quand elle est dehors, les prémières Jambes viennent se montrer sur le bord de la Coque ouverte où elles s'appuyent, & le reste du corps ensuite se tire facilement en haut sur cet appui.

La Mouche dégagée de sa Coque n'est pas encore entièrement Mouche par les fonctions. Ses deux Ailes immobiles, appliquées des deux côtés de son corps, ne sont que comme deux Bâtons roides, & tout au plus on s'apperçoit que ce sont deux Eventails bien pliés. Tout l'Animal paroît inanimé, mais en quelques heures il lui vient de la vie, ses Ailes s'étendent peu à peu, il vole enfin. Quoique les Insectes ne croissent plus après leur dernière métamorphose, il semble que celui-là croisse encore étant sorti de sa Coque, ses Ailes même non seulement se déployent, mais deviennent plus épaisses. Cependant Mr. de Reaumur croit que cet accroissement n'est qu'une apparence produite par l'Air dont l'Animal se pénètre alors intimement, jusqu'en-

tre deux Membranes très fines, qui forment ses Aîles.

Dès que la Mouche a toute sa perfection & toute sa force, elle n'est plus destinée qu'à l'accouplement, & de plus, si elle est femelle, à la ponte. L'accouplement n'a rien de remarquable, si ce n'est que dans ce même Genre de Mouches de la Viande, il y a des espèces où la Femelle fait les principales avances, où elle introduit dans la partie postérieure du Mâle une partie qui va chercher la liqueur de la fécondation; du moins Mr. de Reaumur a de bonnes raisons pour le conjecturer, & en général on voit que des grands Animaux aux Insectes, tout est presque à contre-sens.

La Mouche Bleue n'attend que la fécondation pour se soulager de ses Oeufs qui remplissent presque toute la capacité de son corps, non seulement elle à soin de ne les déposer que sur de la Viande, mais elle choisit de la Viande fraîche & humide, autrement les petits Vers, qui vont éclorre, y périroient faute d'y pouvoir mordre, si elle étoit seche & dure, ils l'attendrissent encore eux-mêmes par une certaine humeur glutineuse qu'ils transpirent, & qui en hâte la corruption à leur profit, car on éprouve que la Viande exempte de Vers, ne se corrompt que plus lentement.

Ces Vers croissent avec une vitesse prodigieuse. En 24 heures, ils peuvent devenir 210 fois plus gros, ce qui est monstrueux par rapport à tout ce que l'on connoissoit. C'est en pesant une certaine quantité d'Oeufs, & ensuite les Vers qui en sont sortis, que l'on s'as-

s'assure de cette énorme différence.

Les Oeufs n'ont pas été jettés çà & là au hazard, ils sont par petits paquets séparés, où ils ne sont pas même encore confusément, mais posés parallélement les uns aux autres, & de façon que leur bout, soit antérieur, soit postérieur, regarde du même côté.

Il y a dans quelques espèces des Oeufs qui, à leur bout antérieur, portent deux petits Aîlerons étendus en dehors, l'un à droite, l'autre à gauche. Si l'Oeuf étoit poussé de haut en bas dans quelque matière molle, ils empêcheroient qu'il ne s'y enfonçât entièrement, & c'est effectivement pour cela qu'ils paroissent faits. Lorsque la Mère fait entrer ses Oeufs dans de la matière qu'elle trouve bien conditionnée, ils pourroient y entrer de façon à y être engloutis, le bout antérieur étant submergé, le Ver qui doit sortir par-là ne le pourroit pas; les Aîlerons empêchent cette submersion, & préviennent ce péril.

Nous n'avons encore parlé que de Mouches Ovipares, mais dans ce même Genre, où nous sommes, de Mouches à deux Aîles, il y en a aussi de Vivipares, quoiqu'en moindre nombre, du moins selon ce qu'on en sait jusqu'à présent.

On a soupçonné, car que ne peut-on pas penser des Insectes? qu'une même Mouche pouvoit être Ovipare, & Vivipare, faire ses Petits tantôt renfermés dans des Oeufs, tantôt dégagés de ces enveloppes. Mais Mr. de Reaumur a trouvé par sa fine Anatomie trop de différence entre la disposition intérieure des Mouches Ovipares, & celle des Vivipa-

res,

res. Dans les Ovipares, des Vaisseaux rassemblés en deux paquets renferment deux tas très distincts d'Oeufs, l'un à droite, l'autre à gauche. Dans les Vivipares, une membrane assez large roulée en cinq tours autour d'un centre, qui est celui du Corps, est chargée d'Oeufs assez régulièrement, & même agréablement arrangés. Il n'est pas vraisemblable que deux méchanismes si différens, ne soient pas destinés chacun à son usage particulier, exclusivement à celui de l'autre.

On trouve assez de Vers, mais on ne sait s'ils sont sortis d'Oeufs, ou nés vivans; & à les suivre avec beaucoup d'attention jusque dans leur état de Mouches, on ne sait encore le plus souvent s'il en vient des Oeufs, ou des Vers, car il est très rare de voir les Mouches dans l'action de pondre. Mr. de Reaumur a imaginé de les faire accoucher de force, lorsqu'il les voit assez proches naturellement de leur terme. Il leur serre le ventre entre ses doigt avec une certaine force dont on apprend le dégré par l'usage, & il voit sortir ou des Oeufs, ou des Vers.

Il y a des Vers qui naissent deux fois, puisqu'on peut dire qu'un Animal est *né*, lorsqu'ayant toute la forme qu'il doit avoir, il est sorti du lieu où il a acquis cette forme par dégrés. En ouvrant certaines Mouches vivipares, on trouve des Vers parfaitement sortis des Oeufs contenus dans cette Membrane roulée dont nous avons parlé. Ils sont déja précisément tels qu'ils seront, ils sont donc nés à l'égard des Oeufs où ils étoient, quoiqu'ils soient encore renfermés dans le ven-

tre

tre de leur Mère, & quand ils en sortiront, ce sera la seconde naissance, plus marquée, & plus sensible.

Ces Vers qui ont deux naissances ne peuvent pas avoir la prémière tous à la fois, ni par conséquent la seconde. Ils sont plus gros étant Vers qu'il n'étoient Embrions, & comme ils se meuvent à leur gré, il leur faut plus d'espace qu'à des Oeufs immobiles. Le Ventre de la Mouche ne pouroit donc pas les contenir tous sous la forme de Vers. Leur nombre fortifie encore cette preuve, il peut y en avoir jusqu'à 20 mille. Cependant les pontes successives ne tiennent pas beaucoup de tems.

Nous remarquerons à cette occasion, qu'il y a telle Mouche vivipare qui n'a jamais que deux gros Oeufs à la fois. Voilà deux *extrémes* bien éloignés.

Mr. de Reaumur a suivi les Mouches aussi loin que les Yeux & le Microscope ont pu aller. Il a fini par une Mouche qui quoiqu'elle ait les Ailes, quand elle les étend, fort grandes par rapport au reste de son Corps, ne paroît pas aux yeux faire en tout un plus grand volume que la tête d'une grosse Epingle, mais il est bien certain que ce ne sont pas là les plus petits Animaux de cette espèce, puisque ces Mouches sont nées de Vers plus petits, & en produiront à leur tour, & qui sait à quel terme de petitesse les Animaux s'arrêteront? car le terme de grandeur, nous l'avons pour ce Globe Terrestre.

Tout le Monde sait que certaines liqueurs, de l'eau où l'on a fait infuser certaines matiè-

tières, paroiſſent au Microſcope pleines d'Inſectes, de Vers ſouvent très vifs. Il y a toute apparence que ces dernières petites Mouches viſibles à l'œil, & même d'autres inviſibles, ont été dépoſer ou leurs Oeufs ou leurs Petits vivans ſur ces différentes liqueurs, & que par la ſubtilité de leur inſtinct, elles ont choiſi celles qui leur convenoient le mieux.

Toute la difficulté ne peut-être que de s'aſſurer ſi ces Inſectes n'étoient point naturellement contenus dans ces liqueurs, s'ils leur ſont venus de dehors. Mr. de Reaumur prétend qu'il n'y a point d'Inſecte qui puiſſe ſe conſerver vivant dans une liqueur bouillante, les particules de feu, auſſi ſubtiles & agitées qu'elles le ſont, détruiront toute organiſation animale, & le plus petit corps ne pourra ſe dérober à elles par ſa petiteſſe. Des Inſectes qui paroiſſent au Microſcope dans des Infuſions qui avoient bien bouilli, n'y étoient donc pas naturellement, l'Air ou plutôt de petits Animaux dont l'Air eſt plein, les y ont apportés, & ce qui le confirme bien, c'eſt qu'ils ne paroiſſent qu'au bout de quelque tems. Quand on expoſe à l'Air de l'eau ſimple, ou des Infuſions qui n'on point boulli, il faut attendre le même tems pour voir les Inſectes; nouvelle confirmation. Les différentes Infuſions ont différens Inſectes, & tant dans celles qui ont boulli que dans celles qui n'ont pas bouilli, on ne voit que les mêmes Inſectes, ceux qui ſont propres à chacune.

Pluſieurs habiles gens croyent que les Maladies Epidémiques viennent des Inſectes, ce ſenti-

sentiment est tout au moins très probable. On avale par la respiration ces petits Animaux invisibles de l'Air, & pour l'ordinaire on les avale impunément, quoiqu'ils puissent picoter, & déchirer des parties très fines, quoique les cadavres de ceux qui mourront dans notre corps puissent y causer quelque corruption, mais enfin ils n'auront pas été en assez grande quantité pour produire ces mauvais effets. Que si, comme il est très possible, il vient une année, une saison, où leur nombre soit beaucoup augmenté, les mauvais effets s'ensuivront. Il est encore très possible que ces Animaux ne soient pas tous funestes par le nombre seul, mais que quelques espèces seulement le deviennent en ce cas-là. Il y aura quelques espèces ennemies des Hommes, d'autres des Bœufs, &c. Les unes pour une partie du Corps, les autres pour une autre, &c. car le prodigieux nombre d'Insectes visibles que l'on connoît, autorise à en supposer autant d'invisibles, & quoiqu'il reste à tout cela du vague & de l'indéterminé, il y en a sans comparaison moins que dans toutes les suppositions qu'on feroit de la corruption seule de l'Air.

Après les Mouches communes qui se répandent en Eté jusque dans les maisons, il n'y en a point de plus connues que les Cousins, ne fust-ce que par le mal qu'ils nous font, quelquefois assez considérable. Nous finirons par une Histoire des Cousins, suivie d'un bout à l'autre, mais fort en abrégé, & que nous croyons qui pourra suffire à la curiosité de la plupart des gens.

Les Cousins commencent par être des Vers aquatiques, ils n'aiment point les eaux courantes, ils préfèrent celles qui sont en repos, ou même qui croupissent, comme celles des Marais, & de-là vient qu'ils sont en si grande quantité dans les lieux marécageux.

Quoiqu'aquatiques, ils ont perpétuellement besoin d'air, & ils le prennent par un tuyau assez long, qui sort de la partie postérieure de leur corps, de leur dernier Anneau. Ils expirent quelquefois de l'air par ce même conduit, à moins cependant que ce conduit qui paroît simple, ne soit double, ce qui feroit très possible.

Ils tiennent toujours ce tuyau exactement posé sur la surface de l'eau où ils nagent, ou seulement un peu au dessus, de sorte qu'ils ont toujours la tête en bas. D'autres Vers aquatiques ne respirent que par un pareil tuyau, mais plus long; aussi en élèvent-ils une plus grande portion hors de l'eau, & quand ils sont plusieurs ensemble, on voit la surface de l'eau piquée de petits dards perpendiculaires, sans que l'on voye d'où ils partent, ni ce qui les soutient dans cette situation.

Les vers qui deviendront Cousins, changent trois fois de peau en quinze jours ou trois semaines, & cela sans sortir de l'eau, mais non pas sans y changer de situation. Ils s'étendent horisontalement sur sa surface, le dos en enhaut, ils se recourbent un peu en enfonçant la tête & la queue sous l'eau, & s'y appuyant par les deux extrémités de leur corps, & un effort qu'ils font en même tems con-

contre la peau de leur dos, la fait entr'ouvrir, & cette prémière fente une fois faite s'aggrandit toujours, & laisse passer facilement le corps entier revêtu d'une peau nouvelle, plus tendre & plus blanche. La vieille dépouille a aussi parfaitement la forme de tout ce qu'elle enveloppoit, qu'un Gand a celle de la Main.

C'est encore précisément la même chose quand ils changent de peau la dernière fois, & pour se métamorphoser; toute la différence est qu'alors ils sortent de leur ancienne peau avec une figure courte & lenticulaire, au lieu qu'ils en avoient auparavant une longue & cilindrique. On voit une Nimphe qui n'est point enfermée dans une Coque d'aucune espèce, qui n'est point immobile comme la plupart des autres, qui n'a nulle apparence de devoir bientôt habiter l'Air & voler, & qui bien loin de-là nage au moyen d'une espèce de petit Aviron qu'elle a.

Cette Nimphe cependant deviendra Cousin. Si le Corcelet ou le Corps d'un Cousin touchent l'eau, il est perdu, il périt aussitôt; comment la Nimphe qui est sur l'eau poura-t-elle devenir Cousin sans que son Corcelet ou son Corps touchent l'eau? Car on juge bien que sa métamorphose une fois faite, il n'y a plus rien à craindre, elle s'envolera. Elle a donc besoin d'employer dans le tems de sa métamorphose une extrême adresse, & on n'auroit pas trop deviné tout ce qu'elle en employe.

Elle se défait de sa peau de Nimphe, à peu-près comme elle s'étoit défaite de ses

peaux,

peaux, étant Ver; à mesure qu'elle se dégage de son envéloppe, elle se dresse sur la surface de l'eau, & y fait tomber ce qui est déja détaché de son corps, de sorte qu'elle s'en fait une espèce de petite planche flotante, qui la porte. Quand elle est entièrement dépouillée, elle est perpendiculairement sur cette planche comme un Mât; la planche a même vers ses bords quelque courbure qui la rend plus semblable à un Bateau, & empêche l'eau d'entrer. Après cela le Cousin, qui a toute sa dernière forme, n'a plus qu'à étendre ses longues jambes de devant sur l'eau qui l'appuye suffisamment, & celles de derrière sur son Bateau, & il s'envole sans s'être aucunement mouillé le Corcelet ni le Corps; la longueur de ses Jambes l'en a préservé. Toute l'opération de la métamorphose ne dure guère qu'une Minute, mais comme elle est fort délicate, le moindre mouvement de l'eau, le moindre vent la trouble, & il y périt beaucoup de Cousins, dont l'espèce soutient aisément cette perte par sa fécondité. La Nature a tellement balancé les périls & les préservatifs, les inconvéniens & les ressources, que les uns ne prévalent jamais considérablement sur les autres, & que tout se maintient à peu près dans le même état.

Dès que les Cousins sont parvenus à l'être, ils sont nos ennemis déclarés, ils nous attaquent & nous blessent avec des traits empoisonnés, & quelquefois la multitude de ces blessures peut mettre des bras ou des jambes en péril. L'instrument, dont le Cousin se sert,

fert, est une Trompe très visible, longue d'une ligne, terminée par une pointe très déliée, cela est bien simple, mais ce n'est plus la même chose au Microscope, l'Aiguillon n'est pas unique, c'en font cinq ou six, ils sont enfermés dans un Etui plus solide, cet Etui est fendu dans sa longueur, & s'ouvre quand il faut laisser sortir les Aiguillons. Mais pourquoi plusieurs Aiguillons? piquent-ils tous ensemble ou séparément? se relayent-ils les uns les autres? que devient l'Etui ouvert pendant que l'Aiguillon pique? car l'Aiguillon s'enfonce dans notre chair, présque de toute sa longueur, & l'Etui ne le suit pas, puisqu'ils sont alors séparés. De plus il ne suffit pas à l'Insecte de nous piquer, il faut qu'il suce notre sang pour se nourrir, & on ne voit point par quel canal il peut le sucer.

Toutes ces difficultés & d'autres encore plus recherchées, ont été amplement traitées par Mr. de Reaumur, qui pour les résoudre s'est souvent offert volontairement aux Cousins, & a donné son sang, mais il ne s'est pas encore contenté sur tous les points.

On peut être surpris qu'une aussi légère playe que celle qui est faite par un Cousin, cause une inflammation assez douloureuse. Mais il est très vraisemblable que le Cousin, pour rendre plus fluide notre sang qui seroit trop grossier & trop épais par rapport à ses vaisseaux, y mêle quelque liqueur qui vient de lui, & que cette liqueur est un poison pour nous.

Il y a d'autres Mouches qui font bien pis que

que de piquer, qui vont porter & dépofer un Oeuf fous la peau d'un gros Animal tel qu'une Vache, un Oeuf d'où éclôt un Ver qui fe nourrit du pus qui arrive ou fe forme inceffamment dans la petite cavité où il eft logé, jufqu'à ce qu'il en forte pour fa métamorphofe; & cependant l'Animal n'en reffent ni douleur, ni incommodité, quoiqu'il ait quelquefois fous fa peau jufqu'à 15 de ces Habitans étrangers. Peut-être font-ils même là comme des Cautères qui font un bon effet, tant il règne par-tout une grande variété.

Dans cette grande multitude de Coufins que l'on voit, on n'en a point encore vu deux accouplés. Les Oeufs font diftinguer bien furement les Femelles d'avec les Mâles, mais on en demeure-là. Mr. de Reaumur, qui les a bien épiés, en eft réduit à foupçonner qu'ils ne s'accouplent qu'en l'air, affez haut pour être hors de la portée de notre vue, & peut-être même pendant la nuit pour affurer mieux le miftère.

En récompenfe leur ponte eft un morceau des plus curieux de leur Hiftoire. Il faut qu'elle fe faffe fur l'eau, puifque les Vers qui naitront, y doivent vivre. Les Oeufs n'y font pas femés à l'avanture, mais en petits paquets où ils font pofés les uns contre les autres, tous en un même fens, car vus au Microfcope, ils reffemblent à des Quilles plus groffes par le bout d'enbas, & droites fur l'eau par ce bout là. On ne concevroit pas bien comment l'Infecte a pu les placer fi régulièrement dans cette fituation, & les affu-
jettir

jettir à s'y tenir, fur-tout ceux qui font fortis les prémiers, & n'ont pu être appuyés fur d'autres déja placés, l'Infecte y employe une induftrie qu'apparemment on ne devineroit pas. Il étend horifontalement fes deux dernières Jambes, & les croife l'une fur l'autre le plus près qu'il peut de fon Anus. Le prémier Oeuf qui fort va frapper à l'angle intérieur qu'elles font enfemble, & eft en même tems retenu par elles dans une même pofition, fans en pouvoir changer. Pour l'Oeuf fuivant, l'angle des deux Jambes en s'ouvrant un peu plus, le reçoit, & le ferre pareillement, & toujours ainfi de fuite. Cette opération fe fait ordinairement ou fur une feuille flottante, ou contre les parois de ce qui contient l'eau. Nous pouvons prévoir bien furement que notre admiration augmentera toujours avec le nombre de nos découvertes. Notre principale inftruction fera d'apprendre combien nous favons peu, & combien de chofes nous devons toujours ignorer.



OBSERVATIONS DE PHYSIQUE GENERALE.

I.

ON fait qu'il fe fait une grande évaporation de la Neige, mais on ne fait peut-être pas fi bien que cette évaporation fe fait malgré la Gelée, & même quoique le froid

augmente. Mr. de Reaumur en a fait l'expérience.

II.

Mr. Geoffroy a montré une pièce d'Os trouvée dans une Caverne sur une Montagne, très élevée près de Bourdeaux, appellée Ste Croix du Mont. On a cru que ce pouvoit être l'extrémité inférieure de l'*Humerus* de quelque grand Animal différent de l'Eléphant. Quel sera cet Animal? Apparemment ce fait tireroit beaucoup à conséquence si on pouvoit l'approfondir.

III.

On a vu assez de Météores ignés, Etoiles qui *tombent* ou qui *filent*, flammes volantes, globes de feux, &c. mais Mr. de Genssane fit à l'Académie la rélation d'un Phénomène de cette espèce, qui mérite d'être remarqué parmi tous les autres. Il l'observa à Paris le 13 Juillet sur les 11 heures du soir. C'étoit une espèce de grande Etoile très brillante, placée assez près des petites Etoiles du Genou droit de Persée. Son diamètre étoit à peu-près le quart de celui de la Lune, & elle avoit une queue presqu'à la manière d'une Comète, mais aussi brillante que la tête, & pas plus longue que le quart du diamètre de cette tête.

Le mouvement de ce Phénomène étoit très rapide & fort bizarre. Comme il ne fut observé qu'à la vue simple, Mr. de Genssane vit mieux la bizarrerie qu'il ne put juger de

la

la vitesse. La Phénomène partit du prémier point où il avoit été apperçu, & décrivit une Courbe, qui après avoir monté, redescendoit jusqu'à un point un peu plus bas que celui de l'origine. Là s'élevèrent par cinq ou six reprises des espèces de fusées qui retomboient ensuite au point commun d'où elles étoient parties, & de-là le phénomène retourna au prémier point de son origine par une seconde Courbe qui s'élevoit moins que la prémière. Il retourna encore vers le même point où il s'étoit arrêté dans son prémier cours, mais par une Courbe beaucoup moins régulière que les deux précédentes; elle étoit ondée, s'élevant & s'abaissant alternativement, & elle se feroit étendue plus loin que les deux autres, si une Colline n'eût pas caché le tout. L'observation ne dura qu'une bonne demi-heure.

De la grandeur qu'avoit l'Etoile au commencement de l'observation, elle vint à n'avoir plus que celle d'une Etoile de la 2me grandeur, & son éclat, égal d'abord, & semblable à celui de Venus, ne fut plus sur la fin que celui d'un Charbon ardent. Quand elle alla par la Courbe ondée, l'éclat fut inégal dans les élévations & les abaissemens, & plus uniforme dans les autres Courbes qui approchoient plus d'une droite.

IV.

Le 18 Octobre à 4 heures & demie du soir, Mr. Daleman, Ingénieur, revenant de faire un Nivellement à Chamfort dans le Comtat,

fut surpris d'entendre tout à coup un bruit souterrain aussi grand que celui de 100 pièces de Canon de 24 livres de balle tirées à la fois. La Terre trembla sous ses pieds, & les Glands de quelques Chênes qui étoient sur son chemin, tomberent aussi dru que si c'avoit été de la Grêle; le Ciel étoit assez sérein. Deux Minutes après il tomba une pluye de terre, comme lorsqu'une Mine a joué, cette secousse dura deux Minutes. Mr. Daleman apprit que l'allarme avoit été grande à Carpentras; des Cheminées, des Croix de pierre furent abbatues. Dans plusieurs endroits de la Campagne on trouva la terre entre-ouverte à une si grande profondeur, que les Perches des Laboureurs n'étoient pas assez longues pour aller jusqu'au fond.

V.

Les Paroisses de Meunes & de Coussy dans le Berry à deux lieues de St. Aignan, & à demi-lieue du Cher vers le Midi, sont les endroits de la France qui produisent les meilleures Pierres à fusil, & presque les seules bonnes. Aussi en fournissent-ils non seulement la France, mais assez souvent les Païs étrangers. On en tire de-là sans relache depuis longtems, peut être depuis l'invention de la Poudre, & ce Canton est fort borné. Cependant les Pierres à fusil n'y manquent jamais, dès qu'une Carrière est vuide, on la ferme, & plusieurs années après on y trouve des Pierres à fusil comme auparavant. Voilà ce que Mr. le Comte de Bièvre, qui avoit

tout observé sur les les lieux & assez long-tems, avoit écrit dans un Lettre que Mr. d'Isnard fit voir à l'Académie. Les Carrières & les Mines épuisées se remplissent donc de nouveau, & sont toujours fécondes, comme le concluoit l'Auteur de la Lettre.

NOus renvoyons entièrement aux Mémoires.

* Les Observations du Thermomètre faites pendant l'année 1738, en différens Climats, comparées à celles de Paris, par Mr. de Reaumur.

Les Observations Météorologiques de 1738 †, par Mr. Cassini.

ANATOMIE.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

I.

MR LIEUTAUD Médecin à Aix & Correspondant de l'Académie, a observé que la Rate n'a point de grosseur déterminée, & toujours à peu-près la même. Il a trouvé & sur l'Homme & sur plusieurs

* V. les M. p. 539. † p. 554.

sieurs Animaux vivans, que le volume de la Rate dépend de l'Estomac plein ou vuide; s'il est plein, il la presse & la resserre; s'il est vuide, il lui permet de s'étendre. Ainsi c'est dans un même Sujet que la grosseur de la Rate varie selon la circonstance de l'Estomac plein ou vuide, & d'un Sujet à un autre, il y a toute apparence que cette grosseur ne varie pas plus que celle des autres parties.

Quand l'Estomac est vuide, le Sang séjourne davantage dans la Rate, qui est alors gonflée, & y devient moins coulant, & ensuite à mesure que l'Estomac, qui se remplit, comprime la Rate, ce Sang est chassé avec force dans la Veine Splénique, devenu plus propre à la sécrétion de la Bile, parce qu'il a aquis plus de densité en séjournant dans la Rate. Mr. Lieutaud tire les mêmes conséquences par rapport aux Veines Mésentériques, & aux autres Veines dont la réunion fait la Veine-porte.

II.

On sait que les Stigmates sont dans un grand nombre de Chenilles les seules bouches de la respiration, & que si on les ferme en les frottant d'Huile, bientôt après ces Animaux meurent. Cependant Mr. Basin Correspondant de l'Académie, & qui seconde Mr. de Reaumur dans ses recherches sur les Insectes, lui a appris qu'ayant ouvert le ventre à des Chenilles qu'il avoit huilées, & qu'il comptoit pour mortes, il leur avoit vu re-

reprendre la vie; & même l'opération de leur ouvrir le ventre n'avoit pas été médiocrement cruelle; il avoit tiré de leur corps l'Estomac, les Intestins, & toutes les parties qui pouvoient cacher le long Vaisseau qui suit la longueur de leur corps, & auquel on a donné le nom de *Cœur*; qu'auroit-il fallu de plus pour tuer les Chenilles les plus saines & les plus vigoureuses?

C'étoit cela même qui leur avoit rendu la vie, car autrement elles feroient demeurées dans cette apparence de mort, qui se seroit bientôt changée en une mort réelle. C'est le fait, mais pour l'expliquer, Mrs. de Reaumur & Basin conjecturent qu'en ouvrant le corps de la Chenille huilée, & en coupant ce qui retenoit l'Estomac & les Intestins, on ouvroit des Trachées qui pouvoient porter l'Air au Cœur. La merveille subsiste pourtant encore en partie, quelle cause a déterminé cet Air à aller au Cœur, lorsqu'on ne voit plus aucun mouvement dans l'Animal?

Il n'est pas étonnant que toutes les Chenilles ne soient pas également fortes, & ne demeurent pas pendant le même tems en état de reprendre la vie. Jusqu'à présent le tems le plus long que l'on connoisse, au bout duquel on puisse les ouvrir utilement, est de 12 heures.

Le Cœur ne recommence à battre qu'un quart d'heure au plutôt après l'ouverture du ventre.

Comme il est fort long, il recommence à battre tantôt à un endroit, tantôt à un autre, &

& de-là le battement se communique aux autres parties.

Il devient pareil à celui qui se voit dans les Chenilles vivantes, mais il ne dure guère qu'une demi-heure, & il se termine par la véritable mort.

III.

Pendant le Carême de 1737, une Dame dont nous supprimons le nom, âgée de 45 ans, vint de Vesoul à Besançon, pour y solliciter un procès de la dernière conséquence pour elle, & qui, si elle l'eût perdu, eût mis le comble à des malheurs très sensibles qu'elle avoit déja essuyés. Agitée de la plus vive inquiétude, elle ne sortoit point ou de chez ceux à qui elle avoit affaire, ou des Eglises pour tâcher de mettre le Ciel dans ses intérêts; on l'y voyoit quelquefois allant se prosterner devant tous les Autels l'un après l'autre, d'une manière à se faire remarquer de tous les assistans. Elle dormoit peu, & ne mangeoit presque point, soit parce qu'elle avoit perdu l'appétit, soit parce qu'elle se déroboit à elle-même sa subsistance pour faire plus d'aumônes qui lui obtinssent un bon succès.

Elle apprit cependant que l'air du Bureau ne lui étoit pas favorable, & la veille du jour qu'elle devoit être jugée, elle tomba vers les 5 heures du soir dans un état que l'on prit pour une Apoplexie, & l'on alla avec grande précipitation, chercher Mr. Attalin Professeur en Médecine à Besançon, qui y courut avec Mr. Vacher Chirurgien des Hopitaux

taux de cette Ville, Correspondant de l'Académie.

Ils trouvèrent la Dame assise dans un fauteuil immobile, les yeux fixés en enhaut, & brillans, les paupières ouvertes, & sans mouvement, les bras élevés, & les mains jointes, comme si elle eût été en Extase. Son visage, auparavant triste & pâle, étoit plus fleuri, plus gai, plus gracieux qu'à l'ordinaire. Elle avoit la respiration libre & égale, & les Muscles du bas-Ventre jouoient avec facilité. Son poux étoit doux, lent, & assez rempli, le même à peu-près qu'aux personnes qui dorment tranquillement. Ses membres étoient souples, légers, & se laissoient manier en tel sens qu'on vouloit, sans faire aucune résistance; mais, & c'étoit là ce qui caractérisoit son mal, ils n'étoient que trop obéissans, ils ne sortoient point de la situation où on les avoit mis.

On lui abaissoit le Menton, sa Bouche s'ouvroit & restoit ouverte. On lui levoit un Bras, ensuite l'autre, ils ne retomboient point; on les lui tournoit en arrière, & on les élevoit si haut que l'homme le plus fort ne les eût pas tenus longtems dans cette attitude, ils y demeuroient d'eux-mêmes tant qu'on les y laissoit. On la mit debout pour faire sur ses Jambes les mêmes épreuves que sur ses Bras, & pour donner aux Jambes & aux Bras en même tems des attitudes difficiles à soutenir, & il est aisé de juger que non seulement l'envie de connoître & d'approfondir le mal, mais encore une certaine curiosité pour un pareil spectacle, firent imaginer tout ce qu'il

y avoit de plus bizarre; la Malade fut toûjours comme une Cire molle, qui prend successivement toutes les figures que l'on veut, & s'en tiendra éternellement à la dernière. Mr. Attalin dit qu'il croit qu'elle se fût tenue la tête en bas, & les piés en haut. Ce qui est très surprénant, c'est que son Corps, quoiqu'on l'inclinât en différentes façons, conservoit toujours, & constamment un parfait équilibre. Il sembleroit que la Statue de Cire se colloit par les piés à ce qui la portoit, pour s'empêcher de tomber.

Elle paroissoit insensible. On la secouoit, on la pinçoit, on la tourmentoit, on lui mettoit sous les piés un Réchaut de feu, on lui crioit même aux Oreilles qu'elle gagneroit son procès; nul signe de vie. C'étoit une Catalepsie parfaite.

Mr. Attalin fit venir Mr. Charles Professeur comme lui en Médecine, la Dame fut saignée du pied par Mr. Vacher, ces Mrs allèrent souper, & revinrent bien vite à leur Malade. Ils la trouvèrent revenue de son accident, qui avoit duré 3 ou 4 heures, & elle les étonna beaucoup par un discours assez long, bien prononcé, bien lié, où elle faisoit une histoire pathétique de ses malheurs, & racontoit tout le détail de son procès, le tout accompagné de réflexions morales qui naissoient du sujet, & de Prières à Dieu qu'elle n'avoit point prises dans ses Heures, mais qu'elle composoit sur le champ.

On commença par la rassurer autant que l'on put, aux dépens même de la vérité, sur ce fatal procès, qui avoit causé tant de rava-

ge-

ge dans son ame, ensuite on l'interrogea soigneusement sur tout ce qui s'étoit passé en elle pendant son accès.

Elle ne voyoit rien, quelquefois seulement elle entendoit, & même si bien qu'elle reconnut quelques personnes à la voix. Elle ne se souvenoit point d'avoir été saignée, mais elle s'en douta quand elle se vit le pié lié. Le Réchaut de feu, qui auroit dû lui faire une impression beaucoup plus sensible qu'une voix, ne lui en avoit fait aucune. Quoiqu'elle eût été fort tourmentée, il ne lui en restoit point de douleur, ni même de lassitude.

Pendant qu'on s'entretenoit ainsi avec elle, on s'appercevoit que de tems en tems elle interrompoit son discours pour pousser de petits soupirs, & que dans ces momens ses yeux devenoient fixes & immobiles. On ne manquoit pas aussi-tôt de faire tout ce qui étoit possible pour prévenir l'accès dont on étoit menacé. Elle revenoit d'abord à elle, & continuoit de parler, mais sans reprendre le fil de son discours où elle l'avoit laissé; elle en commençoit un autre, quoiqu'on la fît souvenir de quoi il avoit été question, & à quel point elle en étoit demeurée; & cela arrivoit toutes les fois que cette petite menace d'accès avoit interrompu son discours. L'idée de ce qu'elle avoit encore à dire périssoit absolument, & il s'en présentoit à elle une autre qu'elle n'étoit pas maîtresse de refuser.

Au bout d'une heure l'accès vint dans toute sa force, les accidens Cataleptiques furent les mêmes, ou peut-être plus marqués que

la première fois. Quand ils furent finis, la Malade assise dans son fauteuil, se mit à parler pendant une bonne heure & demie sur le ton & dans le stile que l'on connoissoit déja, mais enfin ses discours sensés se changerent en extravangances accompagnées de hurlemens affreux, & elle fût attaquée d'une Frénésie violente, dont la Catalepsie n'avoit été que le prélude.

Tous les remèdes, que les habiles gens qui la traitoient, purent employer pendant trois ou quatre jours qu'elle passa encore à Besançon, furent inutiles. On la renvoya chez elle à Vesoul, & ce qui ne surprendra peut-être pas moins que sa maladie, elle est actuellement à Vesoul en bonne santé, sans avoir eu aucune récidive. Viendra-t-il un tems où ces sortes de phénomènes s'expliqueront?

IV.

Le même Mr. Vacher, dont nous venons de parler; a envoyé à l'Académie un petit brin de Paille de Chanvre, qui avoit tué une Femme de 57 ans, d'un tempérament fort & robuste. Elle l'avoit avalé en brisant du Chanvre sur une Bancelle, pour en séparer les Chenevottes, elle ne s'en étoit nullement apperçue, & elle ne s'en douta que quand elle fut saisie peu de tems après d'une Toux douloureuse, & d'une extrême difficulté de respirer & de parler. Elle se sentoit toujours le Gosier picoté. Elle mourut en moins de trois jours, & Mr. Vacher qui l'ouvrit, trouva le brin de Paille dans l'intérieur de la 1re

Sub-

Subdivision des Bronches, qui se distribuent à l'entrée du Lobe gauche du Poumon. Il étoit situé transversalement comme une Barre dans la Bronche au-dessus de la division, fiché de manière qu'il en piquoit par ses deux pointes les parois internes. L'irritation continuelle qu'il causoit à des parties d'un sentiment très vif & très exquis, enflamma le Poumon, qui en portoit effectivement toutes les marques, les autres Viscères étant parfaitement sains.

V.

Mr. le Comte de Bièvre écrivoit dans la même Lettre dont on a déja parlé * un fait singulier, qu'il garantissoit. Une Paysanne du Bourg de Villantrois en Berry, accoucha dans l'Eté de 1737, mais l'Arrière-faix ne vint point après l'Enfant, & quelques jours ensuite la parole lui manqua. Quoiqu'elle ne fut pas *délivrée*, la santé lui revint, & elle se remit à travailler dans son ménage comme à l'ordinaire, à cela près qu'elle gardoit un profond silence. Au bout d'un mois, il arriva un accident qui la mit tout d'un coup dans une telle colère contre son Mari qu'elle en recouvra la parole pour le gronder, & apparemment il fut bien repentant. Depuis ce tems-là elle parle aussi souvent & aussi librement qu'avant ses couches, ayant toujours son Arrière-faix dans le corps. Il y a là bien de l'extraordinaire, & de plus d'une espèce.

V I.

Mr.

* P. 58.

Mr. le Cat, Démonstrateur Royal & Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Rouen a dit à l'Académie que dans un Enfant de huit jours il avoit trouvé les Veines Coronaires réünies dans un seul Tronc, qui sans pénétrer dans l'Oreillette droite, se jettoit dans la Veine-Souclavière gauche.

VII.

Le même, en faisant la dissection d'un Marcassin, a trouvé la Veine Azigos bifurquée vers la base du Cœur, & jettant chacune de ses Branches dans chacune des Oreillettes.

VIII.

Mr. Morand a fait voir à l'Académie un morceau de Parchemin, du nombre de ceux qui ont été retirés de l'incendie de la Chambre des Comptes; il avoit souffert un changement qui parut mériter de l'attention. Comme il n'y avoit qu'une moitié de ce morceau qui ait éprouvé l'action du feu, elle étoit plus courte que l'autre d'un grand tiers, les lettres raccourcies & les intervalles des lignes rapprochés à peu-près d'autant. La surface étoit demeurée unie, & l'écriture sembloit en être plus lisible que celle du côté sain.

Il paroît donc que ce morceau de parchemin étoit devenu moins large & en même tems plus épais, en conservant une surface régulière, ce qui ne permet pas de croire que les Fibres se soient simplement plissées les unes sur les autres.

Mr.

Mr. Morand imagina que le tissu du Parchemin étant fait de plusieurs couches de différentes Fibres, les Fibres intérieures s'étoient boursouflées, pendant que les extérieures s'étoient froncées, ce qui expliquoit la diminution de la grandeur & l'augmentation de l'épaisseur.

Il falloit pour la justesse de l'explication, que la structure du Parchemin y fût conforme, & pour la découvrir, Mr. Morand fit plusieurs expériences. Celle qui lui réussit le mieux, fut de présenter au feu un morceau de Parchemin ordinaire, au point qu'il fût un peu froncé, un peu rétréci; ensuite il le fit tremper dans de l'eau simplement 24 heures, après quoi il sépara aisément trois couches très distinctes; les deux extérieures d'un tissu très serré, celle du milieu plus molle & assez analogue au corps Muqueux de la peau.

Comme le Parchemin ordinaire n'est autre chose que de la Peau de Mouton, dont il n'est resté précisément que le Cuir, moyennant les préparations qu'il a essuyées, Mr. Morand espéroit que le procédé qui lui avoit servi à décomposer le Parchemin, pourroit réussir pour décomposer la Peau de l'Homme, ce qui auroit été utile aux Anatomistes, qui n'en développent pas aisément la structure; mais il l'a essayé envain, & il n'a pu tirer pour la dissection aucun parti de l'observation qu'un pur hazard lui avoit offerte.

Cette

CEtte année Mr. Ferren, dont nous avons déja parlé en 1733 *, a présenté à l'Académie de nouvelles recherches qu'il a faites sur les Vaisseaux Limphatiques, appellés par Mr. Vieussens *Nevro-limphatiques*.

Sur ce que l'on voit dans les Inflammations un grand nombre de petits Vaisseaux pleins de Sang, on juge que ces Vaisseaux, du moins une grande partie, ne portent dans leur état naturel que de la Limphe, & on se croit bien fondé à imaginer des Vaisseaux Limphatiques, tant Artériels que Veineux, destinés à recevoir des Vaisseaux Sanguins la partie séreuse du Sang, & à la porter dans les parties du Corps à la manière de ces Vaisseaux. Ce n'est pas que tout cela ne soit extrêmement vraisemblable, mais enfin on ne l'a pas vu, & Mr. Ferren a beaucoup travaillé pour voir, & y a réussi, c'est-à dire, qu'il a vu des Vaisseaux Limphatiques dans leur état naturel, remplis seulement de leur sérosité transparente. Il a montré à l'Académie ceux de l'Uvée de l'Oeil humain, où ils paroissoient en grand nombre, disposés comme des Rayons serpentans qui alloient de la circonférence de l'Uvée à celle de l'Iris, & se subdivisoient comme des Vaisseaux Sanguins. C'est dans les Yeux bleux, ou tirans sur le bleu, que cela se voit le plus distinctement. Le Mémoire de Mr. Ferren renferme

* p. 51, & suiv.

me un détail très ample de tout ce qui a rapport à la découverte & à l'histoire de ces nouveaux Limphatiques, & fait sentir l'utilité qu'on doit tirer de cette recherche. L'Académie s'est bien confirmée dans l'idée avantageuse qu'elle avoit de la sagacité de l'Auteur en Anatomie.

CEtte même année Mr. le Cat de Rouen, qui se trouvoit à Paris, vint rendre compte à l'Académie des différens succès qu'il avoit eus dans ses opérations de la Taille Latérale. Nous en avons déja touché quelque chose en 1737 *, & annoncé des éclaircissemens qu'on va donner.

Il déclara qu'en 1735 & 1736 il avoit cru ajouter quelque perfection à cette opération, en essayant de faire à la Vessie une incision qui intéressoit le dedans de la Prostate, le Cou de la Vessie & un grand pouce de son corps. Le coup de main lui paroissoit facile, mais les suites n'en furent pas heureuses, au moins ne put-on reconnoître d'autre cause de mort dans ceux qui succombèrent ; ils avoient eu les accidens les plus vifs de la Colique Néphrétique, & l'on trouva dans leurs cadavres que l'incision intérieure alloit presque jusqu'à l'Uretère gauche.

Mr. le Cat y ayant bien réfléchi, se renferma dans le projet de débrider seulement par une petite incision le Cou de la Vessie & la

* p. 73.

la Prostate à côté du *Veru-montanum*, afin d'ouvrir la voye à une douce dilatation. Pour cela il employe des Lithotomes étroits, & après avoir entamé les Tégumens & l'Urètre avec un prémier, il se sert d'un second un peu courbe, qui a la convéxité de son tranchant fort court, tournée vers le *Rectum*, & qui n'abandonne point la crénelure de la Sonde. C'est avec celui-ci qu'il débride surement & sans danger le Cou de la Vessie. Il assure aussi qu'il tire de grands avantages des crénelures qui sont au côté droit de tous ses instrumens, pour les introduire successivement l'un après l'autre.

C'est à ces corrections qu'il attribue les bons succès qu'il a eus cette année & la précédente dans huit opérations qu'il a faites dans l'Hôtel-Dieu de Rouen.

En même tems Mr Morand & Mr. Guerin le fils à Paris, Mr. Perchet à Fontainebleau, & à Naples où il a été apellé pour être le prémier Chirurgien du Roi des deux Siciles, & Mr. de la Haye à Rochefort, ont fait six autres opérations par la méthode latérale, dont cinq ont réussi; treize en tout sur quatorze.

Nous croyons devoir à cette occasion avertir d'une erreur de fait qui se trouve dans un Traité de Chirurgie de Mr. Sharp Anglois, Ouvrage estimé. Il n'est nullement vrai que la Taille Latérale ait été défendue en France. L'Auteur qui avoit été mal instruit, a supprimé ce fait dans une 2de Edition de son Livre. On en auroit pu tirer u-

ne

ne conséquence desavantageuse aux Chirurgiens François, & injuste.

NOus renvoyons entièrement aux Mémoires.

* Les Remarques de Mr. Winslow sur plusieurs articles du Traité de Borelli. *De Motu Animalium.*

† Deux Ecrits de Mr. Lémery sur les Monstres.

CHIMIE.

SUR L'ETAIN ‡.

NOus ne répéterons point d'après Mr. Geoffroy, qui a entrepris d'étudier à fond l'Etain, l'histoire naturelle de ce Métal, des différentes Mines d'où on le tire, de la manière dont on le reconnoît, dont on le sépare de sa Marcassite, dont on le travaille pour le débiter ensuite, &c. Il nous suffira de dire qu'il y en a en Angleterre, en Allemagne, en quelques païs des Indes Orientales, mais que celui dont nous usons communément en France nous vient d'Angleterre. Ce païs-là est si anciennement connu

* V. les M. p. 92. † p. 366 & 487. ‡ p. 149.

nu pour produire l'Etain, que les Grecs ont donné son nom aux Isles Cassitérides.

L'Etain d'Angleterre n'est point pur. Il y a même de sévères Réglemens qui défendent d'en faire sortir de pur hors du Royaume, cependant quelques Curieux ne laissent pas de trouver moyen d'en avoir quelques morceaux, & Mr. Geoffroy est de ce nombre.

Tous les Etains que l'on peut avoir de différens lieux sont *alliés*, ou de Plomb, ou de Cuivre, ou de Zinc, ou de Bismuth, ou de plusieurs de ces matières minérales à la fois. On a eu dans ces alliages différentes vues, tantôt de rendre l'Etain plus propre à un certain usage, tantôt à un autre, & peut-être aussi les alliages ont-ils dû être variés selon la nature de l'Etain qu'on avoit ou de la Mine.

Nos Potiers d'Etain ont des Epreuves pour reconnoître les alliages de l'Etain commun qu'ils employent, & il est leur ordonné de n'en employer que d'une certaine qualité; mais ces Epreuves suffisantes pour le dessein des Loix, & pour l'intérêt ordinaire du Public, ne suffiroient pas pour satisfaire toute la curiosité d'un Chimiste, ni même pour aller aussi loin qu'une plus grande utilité du Public pourroit le demander. Ainsi Mr. Geoffroy a entrepris d'examiner par rapport aux alliages toutes les différentes sortes d'Etain qu'il pourroit recouvrer.

Heureusement il avoit entre les mains cette petite quantité d'Etain d'Angleterre défendu, qu'il appelle *vierge*, & comme il est certainement plus pur que tous les autres, c'est

c'est à celui-là qu'il les compare tous. Quoique plus pur, il a encore de l'alliage, soit artificiel, ce qui viendra de la manière dont il a été purifié, soit naturel, c'est-à-dire que différens principes, & quelques-uns peut-être qui ne sont pas essentiels, seront entrés dans sa prémière formation.

Mr. Geoffroy commença donc ses recherches par cet Etain vierge. Il en prit 2 Onces qu'il fit passer par 12 calcinations successives, chacune d'un feu & d'un tems égal. On voit assez que le dessein étoit d'ouvrir tellement ce Mixte de tous les sens, que rien de ce qui y étoit entré ne pût s'y cacher, & que par des perquisitions si redoublées tout fût forcé à se découvrir. Il étoit important d'observer à la quantième perquisition ou calcination un principe paroissoit, & s'il se faisoit reconnoître à des marques plus ou moins fortes.

A la prémière calcination de l'Etain vierge, il se forme sur la surface du métal en fusion une petite pellicule de parties calcinées qui se dispofent en écailles blanches, & un peu rougeâtres. On voit qu'en plusieurs endroits cette pellicule se soulève, se gonfle, s'ouvre, & qu'il en sort tantôt une petite flamme blanchâtre qui jette une fumée de la même couleur, tantôt une végétation métallique qui n'est pas forte. A la seconde calcination les boursoufflemens augmentent, & les végétations devenues plus considérables s'élèvent en forme de Choufleurs ; la Chaux blanche commence à être tachetée de noir. Ce noir augmente dans les calcinations qui sui-

ſuivent, les bourſoufflemens diminuent, les végétations ceſſent, & enfin à la douzième calcination, tous les phénomènes des précédentes ont preſque entièrement diſparu, le peu de chaux qui reſte, eſt mêlé de quelques grains de métal très menus, & qui paroiſſent beaucoup plus durs que l'Etain.

De cet expoſé, quoique fort abrégé, & aſſez ſuperficiel, on peut ou conclurre ou conjecturer qu'il y avoit dans cet Etain vierge beaucoup de Soufre, & un Soufre aiſément inflammable, & aiſément ſéparable du Mixte, que les fumées ou vapeurs blanches venoient de parties métalliques eſſentielles à l'Etain, que les taches noires indiquoient du Plomb mêlé en petite quantité, qui ne ſe manifeſtoit que plus tard. Mr. Geoffroy ſoupçonne que ces petits grains durs qui ont paru tout à la fin, pouvoient être de l'Argent, mais il n'en a pas eu une aſſez grande quantité pour s'en aſſurer par la Coupelle. Il ſoupçonne auſſi par l'odeur que jettoient quelquefois les vapeurs, & par des réfléxions plus recherchées, qu'il pouvoit y avoir dans ſon Etain quelque mêlange d'Arſénic, qui alors n'eût pas apparemment été artificiel.

Cela ſuffit pour faire comprendre comment Mr. Geoffroy, ayant une fois ſa pièce de comparaiſon bien établie, & bien connue, s'en eſt ſervi pour examiner d'autres Etains; ceux, par exemple, qui au même nombre de calcinations que l'Etain vierge jettoient moins de vapeurs blanches, avoient moins de parties métalliques propres; ceux dont la Chaux étoit tachetée non pas de noir,

mais

mais de verd, avoient du Cuivre, & non pas du Plomb, ceux qui diminuoient davantage de poids par la calcination, avoient du Bismuth, qui est une matière très volatile, &c.

Mr. Geoffroy auroit bien voulu pouvoir séparer l'Etain de tout alliage, même naturel, & l'avoir dans toute sa pureté, mais il avoue qu'il n'a encore pu y réussir, au moins d'une manière qui fût assez aisée & assez praticable. On ne doit pas en ce Siècle-ci se presser de desespérer de rien.

SUR DU SEL DE GLAUBER TROUVÉ DANS LE VITRIOL *.

NOus avons fait en 1729 †, un petit dénombrement des différentes matières où un seul Chimiste de l'Académie, Mr. Boulduc, avoit trouvé du Sel de Glauber, que l'on n'auroit pas trop soupçonné d'y être. Cette surprise, si ç'en est encore une, doit augmenter par la découverte de Mr. Hellot, qui a démêlé aussi de ce Sel dans le Vitriol d'Angleterre. Il avoue que ce n'a été que par hazard, mais ce hazard n'a été le fruit que d'une opération très longue & très pénible, dont le détail effrayeroit tout autre qu'un Chimiste bien déterminé à une recherche.

Tout le monde sait que le Sel de Glauber est

* V. les M. p. 404. † p. 29, & suiv.

eſt formé par un Acide Vitriolique tranſporté ſur la Baſe du Sel Marin. Nous avons aſſez amplement parlé de cette Baſe en 1736 *, le Sel de Glauber ne ſe formera ni d'un autre Acide que le Vitriolique uni à la Baſe du Sel Marin, ni d'une autre Baſe que celle du Sel Marin unie à l'Acide Vitriolique. D'un autre côté, on ſait que le Vitriol verd, tel que celui d'Angleterre, eſt formé de l'Acide Vitriolique uni à une Baſe terreuſe & ferrugineuſe.

Il eſt poſſible qu'il ſe trouve dans le Vitriol dès ſa prémière formation un Sel de Glauber, de grands Chimiſtes tiennent que le Sel Marin eſt l'origine de tous les autres Sels, il y aura donc par tout les deux principes qui le compoſent, ſon Acide, & ſa Baſe, mais quelquefois déſunis, & quand il ſe formera un Vitriol, il pourra arriver qu'un Acide Vitriolique rencontre une Baſe de Sel Marin, nue, pour ainſi dire, & dépourvue d'Acide, & s'y uniſſe. Ce Sel de Glauber ſera dans le Vitriol en auſſi petite quantité, auſſi caché, & auſſi enveloppé qu'on voudra. Il n'eſt pas même néceſſaire qu'il y ait à la rigueur du Sel Marin dans tous les Sels, il ſuffit qu'ils ſoient tous fort mêlés, comme ils le ſont certainement.

Mais il eſt beaucoup plus apparent que le Sel de Glauber ſe ſoit formé dans le Vitriol par l'extrême violence du feu, par l'opération de Mr. Hellot, pourvu qu'il y ait eu dans le Vitriol un peu de Sel Marin caché.

Le

* p. 19, & ſuiv.

Le feu avoit chassé tous les Acides à tel point que d'un *Caput mortuum* de 18 livres de Vitriol, il ne restoit que 2 Onces ½ de Sel, dont même près d'un sixième n'étoit qu'une Terre. L'Acide Vitriolique est le moins volatil de tous, celui qui s'élève le plus difficilement. Par conséquent après que les acides de ce Sel Marin s'étoient envolés, & avoient laissé leurs Bases à nud, il pouvoit rester encore des Acides Vitrioliques propres à s'en saisir.

Mr. Hellot trouve très vraisemblable qu'il y ait effectivement du Sel Marin dans le Vitriol, mais il sera impossible de l'y découvrir par la voye de la distillation, on vient d'en dire la raison d'avance, l'Acide de ce Sel s'envolera avant le Vitriolique, il sera donc décomposé, & on ne pourra plus le voir sous sa forme naturelle. Il ne restera de lui que sa Base dont l'Acide Vitriolique se sera emparé. Un Sel de Glauber représentera le Sel Marin qui n'existera plus.



NOus renvoyons entièrement aux Mémoires

* L'Ecrit de Mr. Geoffroy sur la Manière de préparer les Extraits de certaines Plantes.

* V. les M. p. 272.

BOTANIQUE.

SUR L'AUGMENTATION DE LA FORCE DES BOIS DE SERVICE *.

LA Physique ne demande pas mieux que d'interrompre ses hautes spéculations pour se rendre utile aux besoins de la Société, mais elle ne peut guère être d'une utilité considérable, à moins que ceux qui sont dans les grandes places ne la déterminent à suivre certains objets dont ils connoîtront l'importance, & ne la favorisent dans ses travaux. Heureusement Mr. le Comte de Maurepas a dans son Département la Marine & l'Académie des Sciences, il a voulu profiter de l'Académie pour la Marine, & a chargé Mrs du Hamel & de Buffon, d'examiner s'il y auroit quelque moyen de rendre plus solides les Bois qu'on employe à la construction des Vaisseaux, & M. de Buffon a travaillé en même tems au même sujet.

Ils ont fait séparément les expériences nécessaires, & elles leur ont donné toutes ce même Résultat; des Arbres, dont on veut employer le Bois à des ouvrages solides, ayant été au tems de la Sève, dépouillés de leur

écorce

* V. les M. p. 241.

écorce dans toute leur Tige, & laissés sur pied en cet état jusqu'à ce qu'ils meurent, ce qui ne va qu'à trois ou quatre ans au plus, fournissent un bois plus pesant, plus serré, & plus uniformément serré, que ne feroient d'autres Arbres de même espèce, de même âge, de même grosseur, semblables en tout, mais qui n'auroient pas été dépouillés de leur écorce, & traités de même. Outre cela ils fournissent plus de bois bon à employer, car des autres Arbres, il en faut retrancher l'Aubier, qui est trop tendre, & trop différent du Cœur ou bois parfait, au lieu que dans ceux-ci tout est Cœur, leur Aubier ou ce qui en tient la place, est aussi dur, & même plus dur que le Cœur des autres.

Il paroît d'abord assez surprenant que pour amener le bois à cette perfection, il ait fallu mettre l'Arbre dans un état qui hâtoit beaucoup & infailliblement sa mort, mais quand on vient à y réfléchir, la raison Physique se découvre. Un Arbre croît par des Sucs qui, montés de la Racine, s'insinuent non-seulement dans toutes ses parties pour le nourrir, mais principalement entre son écorce, & le bois déja fait, où ils forment de nouvelles couches qui ne se durcissent & ne deviennent bois qu'avec le tems. Dans un Arbre entièrement écorcé, ces couches nouvelles ne peuvent plus se former, & d'autant moins que le bois, qui est alors nud, se resserre par l'attouchement immédiat de l'Air. Mais en même tems les Sucs n'en montent pas moins de la Racine dans toute la Tige dépouillée, & ils ne peuvent plus que s'arrêter & se figer

 dans

dans tous les interstices vuides, & cet effet est d'autant plus grand qu'ils montent en plus grande abondance, comme ils font au tems de la Sève. C'est dans ce tems qu'il faut écorcer, parce que les Canaux des Sucs étant alors plus ouverts, on est plus sûr qu'ils en recevront dans la suite tout ce qu'ils en pourront recevoir; à la longue ces Canaux gorgés de Sucs se ferment les uns après les autres, & l'on voit que l'Arbre pousse toujours moins de feuilles, les pousse plus tard, & les perd plutôt, jusqu'à ce qu'enfin il meure quand tous ses Canaux, ou la plus grande partie, sont fermés, mais c'est par cette raison-là même qu'il laisse un bois plus compacte, plus solide, & d'une solidité plus uniforme. On sait assez combien cette uniformité est requise dans les bois de Service, & que s'ils ont un endroit foible, c'est toujours par-là qu'ils sont attaqués, & qu'ils le sont beaucoup plutôt que s'ils avoient fait par-tout une résistance égale.

La différence de poids, & par conséquent de solidité entre deux morceaux de Chêne qui ne diffèrent qu'en ce que l'un vient d'un Arbre écorcé, & l'autre d'un Arbre non écorcé, peut être comme de 4 à 5, ce qui n'est pas peu consibérable.

Malgré cet avantage de l'écorcement des Arbres, les Ordonnances le défendent sévèrement dans le Royaume, & nos deux Académiciens ont eu besoin de permissions particulières pour ôser faire leurs expériences. Mais les ordonnances n'ont pas eu tort de ne point

point compter fur un avantage que l'on ne connoiffoit point, & qu'on ne devoit pas deviner. Il eft bien vrai que Vitruve avoit dit que les Arbres entaillés par le pied en aquéroient plus de force pour bien fervir dans les Bâtimens, ce qui eft bien éloigné de l'écorcement total, & enfin n'étoit qu'un mot ancien parfaitement oublié. Il eft vrai encore qu'un Auteur moderne & Anglois, cité par Mr. de Buffon, avoit rapporté cette pratique comme ufitée dans une Province d'Angleterre, mais cela n'étoit guère plus connu, & nos ordonnances faites dans des tems peu Phyficiens, fe font déterminées fur des inconvéniens qui frappoient les yeux. Le Tan néceffaire pour les Cuirs, fe fait avec de l'écorce de Chêne, & on l'enlevoit dans le tems de la Sève, parce qu'alors effectivement elle étoit plus aifée à enlever, & que l'opération coutoit moins, mais ces Arbres écorcés ayant été abattus, leurs Souches repouffoient moins, parce que les racines s'étoient trop épuifées de Sucs dans la Sève. On croyoit auffi que les Souches ne repouffoient plus du Collet, comme il le faut pour faire de nouveau bois, ce qui n'eft vrai que des vieux Arbres, ainfi que Mr. de Buffon s'en eft affuré. Maintenant que l'on eft plus Phyficien & plus éclairé, il fera aifé dans ces fortes de matières, d'apporter, quand on le jugera à propos, des modifications aux anciennes Ordonnances, & de les rendre plus utiles au Public, & parfaitement dignes de notre Siècle.

Pour mettre d'abord toute cette matière fous un feul coup d'œil, nous avons donné

& le Résultat général de toutes les Expériences, & son explication Physique; mais cette explication est composée de plusieurs parties, dont chacune n'a été constatée, du moins jusqu'à un certain point, que par beaucoup d'expériences particulières, & c'est ce qu'il est bon de voir plus en détail, ne fut-ce qu'à cause de quelques connoissances incidentes qui en peuvent naître.

Un Arbre entièrement écorcé produit encore au moins pendant une année des Feuilles, des Bourgeons, des Fleurs & des Fruits, & par conséquent il est monté des Racines dans tout son bois, & dans celui qui étoit le mieux formé, une quantité de Sève suffisante pour ces nouvelles productions. La seule Sève, qui a été propre à nourrir le bois, a fait aussi tout le reste, & il n'est pas vrai, comme quelques-uns le croyent, que la Sève de l'écorce, celle de l'aubier, & celle du bois, nourrissent chacune une certaine partie à l'exclusion des autres.

Pour comparer la transpiration des Arbres écorcés & non écorcés, Mr. du Hamel fit passer dans de gros Tuyaux de Verre, des Tiges de jeunes Arbres toutes semblables entre elles à cela près, il les mastiqua bien haut & bas, & il observa que pendant le cours d'une journée d'Eté, tous les Tuyaux se remplissoient d'une espèce de vapeurs, de brouillards, qui se condensoient le soir en liqueur, & couloient en bas, c'étoit là sans doute la matière de la transpiration; elle étoit sensiblement plus abondante dans les Arbres écorcés. De plus, on voyoit sortir des pores de

leur

leur bois une Sève épaisse, & comme gommeuse.

De-là Mr. du Hamel conclut que l'écorce empêche l'excès de la transpiration, & la réduit à n'être que telle qu'il faut qu'elle soit pour la végétation de la Plante; que puisqu'il s'échappe beaucoup plus de Sucs des Arbres écorcés, leurs Couches extérieures devoit se dessécher plus aisément & plus promptement; que ce desséchement doit gagner peu à peu les Couches plus intérieures, & d'autant plus que celles-ci sont resserrées par les extérieures qui ne s'étendent plus, & au contraire se resserrent; que cette cause se joint apparemment à celle du défaut des Sucs qui auroient passé entre l'écorce & le bois pour former de nouvelles Couches, & que toutes deux arrêtent l'accroissement de l'Arbre, ce qui l'oblige, comme il a été dit, à ne croître plus qu'en solidité & en force; enfin que cette Sève, qui ne se voit que sur les Arbres écorcés, est une substance qui se perd alors utilement, puisqu'elle n'a plus de nouvelles Couches à former, & que si toute la Sève à la fois s'employoit à rendre le bois plus dur, tous les Canaux se boucheroient trop vite, & trop peu uniformément.

Si le desséchement d'un Arbre écorcé contribue à le faire mourir au bout de quelques années aussi-bien qu'à l'empêcher de continuer à croître, on pourra retarder sa mort en prévenant le desséchement par quelque artifice, comme par un enduit de quelque Cire, par quelque Enveloppe, &c. Et en ce cas on pourroit espérer que l'Arbre qui

vivroit plus longtems sans croître, se fortifieroit davantage. Mr. du Hamel a eu cette pensée, dont l'expérience jugera, ainsi que de toutes les autres, quoique déja plus appuyées par l'observation. Il ne faut pas se hâter de croire qu'on ait tout vu dans un sujet.

NOus renvoyons entièrement aux Mémoires.

* L'Ecrit de Mr. de la Condamime sur l'Arbre du Quinquina.

ARITHMETIQUE.

CEtte année Mr. Roussain a présenté à l'Académie une manière de faire les Multiplications & Divisions Arithmétiques par de petits Bâtons à l'imitation d'une Méthode du Baron Neper. On a trouvé que Mr. Roussain rendoit cette Méthode plus commode & plus simple, en affermissant ces Bâtons dans un Cadre, & distinguant certaines Bandes de Chiffres par des couleurs, ce qui prévient les erreurs que pourroit produire le dérangement des Bâtons, & a paru fort bien imaginé.

GEO-

* V. les M. p. 319.

GEOMETRIE.

CEtte année Mr. de Gury, dont nous avons déja parlé en 1728 * & en 1730 †, a fait voir à l'Académie une Théorie assez étendue des figures Isopérimètres rectilignes.

Tout le monde sait qu'aucune figure fermée, soit rectiligne, soit curviligne, soit mixtiligne, ne contiendra jamais une aussi grande aire qu'un Cercle qui lui seroit Isopérimètre. On en a donné la démonstration *à priori* dans les *Elémens de la Géométrie de l'infini*. Un périmètre étant posé, l'aire qu'il contiendra sera d'autant plus grande 1° que le nombre de ses côtés sera plus grand, & qu'ils seront 2° plus égaux entre eux, & 3° d'une position plus égale. Ces trois principes se trouvent dans le Cercle à leur dernière perfection.

Si l'on conçoit qu'une ligne qui sera le périmètre constant d'une infinité de figures indéterminées, ait été d'abord la circonférence d'un Cercle, elle aura donc renfermé la plus grande aire possible, & elle n'en renfermera plus que de moindres, si elle devient ensuite le périmètre de telles autres figures qu'on voudra. On peut concevoir ces aires décroissantes par dégrés depuis celle du Cercle.

Ces

* p. 71.   † p. 131, 152.

Ces aires non circulaires ne laisseroient pas de pouvoir être égales à des aires circulaires qu'il seroit facile de concevoir, & même de déterminer, & l'on auroit une Suite de Cercles décroissans qui représenteroient les aires des différentes figures isopérimètres. Il est clair que les rayons de ces différens Cercles auroient toujours entre eux un rapport reglé sur celui des aires.

Pour mettre quelque régularité, & une régularité géométrique & calculable dans les figures isopérimètres rectilignes en nombre infiniment infini que l'on peut faire avec une ligne constante donnée, Mr. de Cury veut que toutes les figures qu'il considérera soient formées de deux parties. La 1re est composée de côtés en nombre quelconque, & d'une grandeur quelconque, mais tous égaux entre eux, & ayant aussi la même position. Il est évident qu'ils font une Suite de Cordes d'un même Cercle, où ils peuvent être inscrits. La 2de partie de la figure, & celle qui la ferme, n'est composée que de deux côtés égaux, posés sur les deux extrémités de cette espèce d'arc qui forme la 1re partie, & se rencontrans sous un angle quelconque. Ils seront d'une grandeur quelconque, excepté de celle des côtés de la 1re partie, car alors la figure seroit un Poligone régulier, inscrit tout entier dans un Cercle, & qui auroit certainement la plus grande aire qu'un Poligone semblable & isopérimètre pût avoir.

La figure indéterminée & toujours isopérimètre de Mr. de Cury, ou son Poligone irrégulier quelconque, étant bien conçu, il

est

est aisé de voir par les principes établis ici, d'où lui pourra venir la plus grande aire possible. Il faut profiter de tout ce que les suppositions laissent de libre. Les côtés de la 1re partie du Poligone sont supposés égaux entre eux & d'une égale position, on ne peut plus qu'en rendre le nombre le plus grand qu'il se pourra. Dans la 2de partie il faut rendre les deux côtés égaux les moins inégaux qu'il se pourra à ceux de la 1re partie, & en même tems rendre aussi les angles qu'ils font avec ceux de la 1re partie, & celui qu'ils font entre eux les moins inégaux à ceux de cette 1re partie. Par tout cela ensemble le Poligone irrégulier approchera toujours autant que l'on voudra du régulier, & par conséquent de la plus grande aire qu'il puisse avoir avec le périmètre qu'il a.

De tous les Poligones irréguliers de Mr. de Cury, il est visible que celui qui a le moins de côtés est un Quadrilatère, car ces Poligones ne peuvent avoir moins de deux côtés dans leur 1re partie, ni plus de deux dans la 2de. C'est cette prémière espèce qui a la moindre aire possible entre tous les Poligones isopérimètres; de-là les aires vont toujours croissant avec le nombre des côtés.

A ces aires croissantes répondent, comme nous venons de le dire, des aires circulaires égales, & ces aires-là ne sont pas fictices ou étrangères au sujet, puisque réellement tous ces Poligones irréguliers ont leur 1re partie inscrite ou au moins inscriptible dans un Cercle. Ces différens Cercles circonscrits sont plus ou moins grands selon les aires, & y ont

un rapport, mais qui variera selon les différens Poligones.

On peut donc imaginer des Courbes telles que leurs Coordonnées auroient entre elles les rapports des rayons des Cercles circonscrits aux aires correspondantes chacune dans son Poligone, bien entendu que ces rayons qui sont des grandeurs d'une seule dimension, & qui comme tels ne pourroient être comparés à des aires qui en ont nécessairement deux, seront multipliés par une ligne constante qui sera le Paramètre des Courbes. Mr. de Cury fait une Equation générale, où il comprend tout ce qui peut faire varier les aires des Poligones irréguliers. Ce sont les mêmes choses que nous avons expliquées, mais dont quelques-unes ont dû prendre une forme ou une expression plus géométrique.

Le tout se réduit à cinq grandeurs, le rayon du Cercle circonscrit, le nombre des côtés de la 1re partie du Poligone, leur grandeur dans ce Cercle, la portion du Cercle qu'occupe la 1re partie du Poligone, la grandeur des côtés de la 2de partie par rapport à ceux de la 1re. Ces grandeurs, qu'il faut laisser indéterminées, dans une Equation générale, la rendent assez compliquée par la nécessité des expressions qu'elles demandent. A mesure qu'on en détermine quelqu'une, on voit naître différentes Courbes, dont Mr. de Cury a donné plusieurs exemples bien choisis, & des Calculs qui ont mérité les louanges de l'Académie sur le savoir & *la grande application* de l'Auteur *à toutes les matières de Géométrie.*

On pourroit ne pas entendre assez sur quoi por-

portent ces derniers termes, si nous n'avertissions que l'Académie avoit déja vu dans cette même année un autre Mémoire de Mr. de Cury, dont nous n'avons pu rendre compte, parce qu'il étoit trop purement Algébrique, & rouloit sur une matière abstraite. Mr. l'Abbé de Bragelongne avoit avancé en 1730 * un Théorème sans démonstration sur le nombre de Points doubles dont les Courbes sont susceptibles selon l'ordre dont elles sont. Ce Théorème nouveau & curieux, & dont il paroît que la vérité doit être assez enveloppée, fut, au jugement de l'Académie, parfaitement démontré par Mr. de Cury.



Mr de Méan, dont nous avons déja parlé † ailleurs, a fait voir à l'Académie une Quadrature du Cercle, à laquelle il ne s'est pas trompé, comme la plupart de ceux qui entreprennent ce Problème sans trop savoir de quoi il s'agit. Il a bien su qu'il ne donnoit qu'une approximation. On en a d'excellentes en nombres, la sienne est d'un autre genre, elle est à l'œil. Après avoir partagé un demi-Cercle en 6 figures égales, dont 4 sont des Segmens, & 2 des Triangles mixtilignes, il change 2 de ses Segmens en 2 Triangles mixtilignes d'une autre forme que les prémiers, mais d'une superficie égale; ensuite il déplace ces figures, & les arrange de manière qu'il en forme un Rectangle, à cela près

* V. les M. p. 621.

† V. l'Hist. de 1731. p. 128. & celle de 1737. p. 247.

près que 2 de ses Segmens se croisent tant soit peu, pendant qu'ils laissent d'ailleurs un petit vuide, qui paroît à l'œil faire une compensation. L'Académie a trouvé cette approximation ingénieuse.

UN Soldat des Invalides a présenté à l'Académie un Mémoire très confus & très mal digéré, & dont le stile n'est pas d'un Géomètre, où il cherche s'il est possible que le rapport connu de 3 à 1, qui est entre un Cube & une Piramide de même base & de même hauteur, se retrouve entre la superficie quarrée de cette base, & quelque portion de cette superficie qui sera déterminée par une Courbe. C'est-là ce qu'on entend qu'il veut dire. Tous les Géomètres savent que ce rapport est trouvé il y a longtems par le moyen de la Parabole, mais le Soldat ne connoissoit point la Parabole, & ce n'a été qu'avec une peine infinie & à force de tête qu'il a pu découvrir qu'une Ordonnée de Courbe égale au côté du Cube donné, résoudroit la question qu'il se proposoit. L'ignorance de l'Auteur fait son éloge. C'est par de pareils Ignorans que toutes les Sciences ont dû commencer, & ils pourroient bien être aussi admirables que leurs plus illustres Successeurs.

NOus renvoyons entièrement aux Mémoires

* LE

* L'Ecrit de Mr. Nicole sur le Cas irréductible du 3me dégré.

† Celui du même sur les Equations du 3me dégré.

ASTRONOMIE.

SUR L'EXCENTRICITÉ DE LA TERRE ET DES PLANETES INFERIEURES ‡.

ON sait assez que le Soleil, autour duquel tournent toutes les Planètes, n'est cependant le centre exact du mouvement d'aucune d'entre elles. Les Astronomes conçoivent qu'il n'est qu'un foyer commun à différentes Ellipses qu'elles décrivent autour de lui, & que par conséquent elles en sont toujours plus ou moins éloignées dans les différens points de leurs Orbites, ou qu'elles lui sont excentriques, & même plus ou moins excentriques les unes que les autres. Le point qui dans chaque Ellipse est le plus éloigné du Soleil, qu'on nomme l'*Aphélie*, & le point qui en est le plus proche, ou le *Périhélie*, s'appellent d'un nom commun *les Apsides*, & la droite qui les joint est la *ligne des Apsides*. Le centre du Soleil est sur cette ligne, & il est clair

* V. les M. p. 136. † V. les M. p. 146.
‡ V. les M. p. [illegible]

clair qu'il ne la doit pas couper en deux moitiés égales. C'eſt leur inégalité plus ou moins grande pour chaque Planète ou leur rapport, qui fait la grandeur de ſon excentricité.

Elle ſe conclut donc de la figure Elliptique que l'on donne en général aux Orbites des Planètes, & quelque vraiſemblable que ſoit cette ſuppoſition, quelque autoriſée qu'elle ſoit par le conſentement aſſez unanime des Aſtronomes, ce n'eſt enfin qu'une ſuppoſition; & comme les excentricités des Planètes, & ſurtout celle de la Terre, qu'on nomme communément l'*excentricité du Soleil*, ſont des Elémens très importans dans une infinité de Calculs, il vaudroit mieux les avoir par des obſervations immédiates. Les Philoſophes même ſe fient plus à leurs yeux qu'à leur raiſon, il eſt vrai qu'ils ſavent bien voir. Mr. de Fouchy donne ici d'abord une Méthode pour déterminer immédiatement & ſans aucune ſuppoſition l'excentricité de la Terre, qui eſt celle dont nous avons le plus ſouvent beſoin.

La ligne des Apſides de la Terre, qui eſt un diamètre de l'Orbe annuel, étant conçue diviſée inégalement, comme elle l'eſt, par le centre du Soleil, il eſt clair que ſi je puis avoir par obſervation un eſpace dans le Ciel, un arc du mouvement d'une Planète, diviſé inégalement & en même raiſon que la ligne des Apſides de la Terre, j'aurai par le rapport connu des deux parties de cet arc, celui des deux parties de la ligne des Apſides de la Terre, c'eſt-à-dire, l'excentricité de la Terre au Soleil. Quand la Terre eſt dans ſon Aphé-

lie

lie au 1er Juillet ou environ, je prends exactement le lieu de Jupiter dans le Ciel; six mois après, la Terre étant dans son Périhélie, je prends encore le lieu de Jupiter, voilà dans le Ciel un arc parcouru par Jupiter, dont les deux extrémités répondent à celles de la ligne des Apsides de la Terre; reste à diviser l'arc comme la ligne des Apsides est divisée par le Soleil. Or j'aurai surement sur l'arc le point correspondant à cette division, si j'y puis avoir un point où Jupiter soit vu de la Terre précisément comme il le seroit du Soleil. Ce point ne peut être que celui où sera Jupiter dans son opposition au Soleil. Donc si entre mes deux observations extrêmes, j'en ai une de Jupiter opposé au Soleil, j'aurai l'arc total de Jupiter divisé selon la même raison que la ligne des Apsides de la Terre. On voit bien par-là quels choix de tems sont nécessaires pour cette détermination.

Ce n'est pourtant pas là à la lettre la Méthode de Mr. de Fouchy, elle est plus géométrique, mais elle ne roule que sur les mêmes principes. Toutes les mêmes choses étant posées, il forme par les trois observations des Triangles où les deux moitiés inégales de la ligne des Apsides entrent comme côtés ou bases, & la Trigonométrie en donne le rapport par le moyen d'angles connus, & d'un côté connu qui est la distance de Jupiter au Soleil.

La Méthode de Mr. de Fouchy, & l'idée simple que nous en avons donnée, supposent toutes deux que dans le tems des six mois pen-

pendant lesquels dure en quelque sorte l'observation totale, le mouvement de Jupiter soit égal & uniforme, car s'il étoit croissant ou décroissant, la correspondance de l'arc décrit par Jupiter, & de la ligne des Apsides de la Terre seroit troublée, ou, ce qui revient au même, les mêmes angles observés dans des tems égaux, ne donneroient pas les mêmes grandeurs. Or il est bien sûr que le mouvement réel des Planètes n'est pas uniforme. Mais ici il ne s'agit que du mouvement de Jupiter pendant six mois. Il fait sa révolution en 12 ans, & par conséquent 1 Signe en 1 an, & 15 dégrés en 6 mois, & on peut sans erreur sensible prendre son mouvement pour uniforme pendant cette 24me partie de sa durée. De plus ce mouvement de 15 dégrés est coupé en deux parties par la ligne où Jupiter est en opposition avec le Soleil, & s'il y a de l'erreur, elle se distribue également des deux côtés, de sorte que la proportion des deux parties de la ligne des Apsides de la Terre n'en est point altérée, & c'est cette proportion que l'on cherche uniquement; enfin c'est toujours dans l'Aphélie & le Périhélie que le mouvement des Planètes est le plus inégal, & s'il y avoit beaucoup d'erreur à craindre, on en seroit quitte pour ne pas faire l'opération présente dans des tems où Jupiter, qu'il faut nécessairement avoir en opposition avec le Soleil, y seroit vers son Aphélie ou son Périhélie. Mais Mr. de Fouchy trouve que même en ce cas-là on ne se tromperoit que de 13" tout au plus en supposant le mouvement de Jupiter égal, ce qui ne pro-

produiroit ici aucun effet sensible, & comment en produiroit-elle un? on prouve par le Calcul qu'une erreur de 3' infiniment supérieure, n'en produiroit qu'à peine.

Il y auroit encore dans la Théorie de Mr. de Fouchy une autre source d'erreur à craindre. Il faut que la position de la ligne des Apsides de la Terre y soit bien déterminée, ou, ce qui est le même, les points des deux Apsides, tout dépend de là, & c'est sur quoi les Astronomes ne sont pas d'accord, à un ou peut-être deux dégrés près. Mais il sera aisé de voir que cette incertitude est trop légère pour être dangereuse. On peut supposer sans crainte que l'Aphélie de la Terre est au 8me du Cancer & le Périhélie à l'opposite.

Quand la Terre est ou précisément ou seulement à peu-près entre son Aphélie & son Périhélie, dans le lieu d'où elle voit Jupiter en opposition, il est certain qu'elle en est plus proche de tout le demi-diamètre ou à peu-près de son Orbe annuel, que quand elle étoit dans son Aphélie ou son Périhélie sur une extrémité d'un diamètre de cet Orbe, qui est de 66 millions de Lieues. Donc les apparences, qui dépendent des distances de Jupiter à la Terre, doivent varier. La Latitude de Jupiter, c'est-à-dire, l'éloignement où il paroît être du plan de l'Ecliptique, ou de l'Orbe annuel de la Terre, variera donc, & il est clair que ce doit être selon la raison des distances de Jupiter à la Terre. Par conséquent si la latitude de Jupiter a été observée, & lorsque la Terre étoit dans son Aphé-

lie ou son Périhélie, & lorsqu'elle étoit sur la ligne où Jupiter est en opposition, ces deux différentes latitudes donnent la proportion des deux différentes distances de Jupiter à la Terre correspondantes, & enfin en retranchant de la plus grande de ces distances la plus petite, on a la grandeur du rayon de l'Orbe annuel sur lequel étoit la Terre lorsqu'elle a vu Jupiter en opposition. Autant qu'on fera d'opérations semblables, autant on aura de rayons de l'Orbe annuel de la Terre, ce qui serviroit à en déterminer exactement la figure. C'est-là un fruit surnuméraire de la Théorie de Mr. de Fouchy pour l'excentricité de la Terre.

Cette Théorie, appliquée ensuite aux deux Planètes inférieures, est fort simple. Venus étant dans son Aphélie, on observe exactement son lieu dans le Ciel, & l'on conçoit une ligne tirée de la Terre à ce lieu où est Venus; on en conçoit une autre tirée de la Terre au Soleil, dont le lieu est toujours bien connu; voilà les deux côtés d'un Triangle qui se forme, dont la base sera la plus grande moitié de la ligne des Apsides de Venus. Dans ce Triangle on a deux angles, le 1er, celui sous lequel la Terre voit la distance de Venus au Soleil, le 2d, celui sous lequel on verroit du Soleil la distance de Venus à la Terre; il ne faut donc plus, pour résoudre tout le Triangle, qu'en connoître un côté, & l'on connoit pour le moins celui qui est la distance de la Terre au Soleil. On fait la même opération quand Venus est à son Périhélie, & l'on a de même la petite moitié de sa

ligne

ligne des Apsides, & par conséquent le rapport de ces deux moitiés inégales, ou l'excentricité de Venus. L'intervalle entre les deux opérations sera de plus de 3 mois ½.

Vers le milieu de cet intervalle Venus doit avoir été nécessairement en conjonction, soit supérieure, soit inférieure, avec le Soleil, puisqu'aux deux extrémités de l'intervalle elle a été la plus éloignée qu'il fût possible d'être en conjonction. Si cette conjonction, qui peut se faire dans tous les points de l'Orbite de Venus, puisqu'elle dépend de la combinaison de son mouvement avec celui de la Terre, s'est faite lorsque Venus étoit dans sa moyenne distance au Soleil, il est certain que dans le tems des deux opérations elle aura été non-seulement sur sa ligne des Apsides, mais encore dans les deux points de cette ligne, l'un le plus éloigné du Soleil, l'autre le plus proche où elle puisse être dans aucune de ses révolutions, & que par conséquent son excentricité y sera mieux marquée. Il sera donc à propos de choisir pour les deux opérations une année où la conjonction de Venus, supérieure ou inférieure, se fasse vers ses moyennes distances au Soleil.

Mr. de Fouchy prouve par le calcul des erreurs possibles en cette matière, qu'elles ne sont nullement à craindre. La position de la ligne des Apsides de Venus dans le Ciel est beaucoup plus douteuse que celle de la ligne des Apsides de la Terre, mais quand on s'y tromperoit de 6 dégrés, ce qui est excessif, on le pourroit encore impunément.

Les opérations seront les mêmes pour Mercure

cure que pour Venus, mais la Méthode s'arrête là, elle ne va point jusqu'aux Planètes supérieures. L'Orbe de la Terre enveloppe ceux de Venus & de Mercure, mais il est enveloppé par tous les autres. Cette différence de position change tout. Si Jupiter, par exemple, en opposition au Soleil, est dans son Aphélie il ne pourra être dans son Périhélie qu'en conjonction, & il y sera invisible. Il sera rare qu'il puisse être visible dans l'Aphélie & le Périhélie d'une même révolution, & quand il le sera, il faudra attendre 6 ans d'une opération ou observation à l'autre. Il nous suffit de faire entrevoir combien diffèrent à cet égard les Planètes des deux différens ordres. Mr. de Fouchy espère cependant découvrir une Méthode qui déterminera aussi sans aucune hipothèse les excentricités des Planètes supérieures.



SUR LE MOUVEMENT DES FIXES *.

ON ne peut mesurer aucun mouvement sans le rapporter à quelque point fixe, & les prémiers Astronomes n'ont pas douté qu'ils n'en eussent autant pour la mesure des mouvemens célestes, qu'ils voyoient d'Etoiles dans le Firmament. On n'a pas joui fort longtems de cet avantage, ou de cette commodité. Nous avons rapporté en 1708 † comment & en quel tems on s'étoit desabusé d'une

* V. les M. p. 296. † p. 119, & suiv.

d'une pensée si naturelle & si conforme au témoignage des yeux. Les Etoiles fixes ne sont plus fixes, elles ont sur les Poles de l'Ecliptique un mouvement d'Occident en Orient qui cause ce qu'on appelle la *Précession des Equinoxes*. Tout cela a eté expliqué dans l'endroit cité.

Il est vrai que les Etoiles ne se meuvent qu'assez lentement, & que par-là elles peuvent encore servir de points fixes pour des mouvemens d'une plus grande vitesse, il faut même absolument qu'elles en servent, puisqu'on n'a pas de point plus fixes dans le Ciel; mais il faut aussi pour les employer à cet usage, que l'on connoisse leur mouvement dans toute la précision possible, sur-tout quand on leur rapportera des mouvemens qui seront aussi d'une certaine lenteur.

Comme on croit à présent qu'elles ne font que 1 dégré en 70 ou 72 ans, il est bon d'avoir des observations éloignées entre elles de tout ce tems-là, & heureusement on en avoit de feu Mr. Cassini faites en 1670 à l'Observatoire, dès que ce grand Bâtiment fut achevé; elles en furent presque les prémices. Mais comme le tems qui s'est écoulé depuis est encore assez court par rapport au sujet dont il s'agit, on a jugé qu'il falloit que les observations d'aujourdhui suppléassent par une extrême exactitude au peu d'intervalle qu'il y auroit entre elles & les dernières qui les précédoient.

L'objet des opérations est d'avoir en deux tems assez éloignés la détermination du lieu d'une même Fixe en Longitude, la différence

des deux lieux sera le chemin qu'elle aura fait pendant l'intervalle des deux observations. On ne cherche point immédiatement la Longitude ou la Latitude d'une Etoile. On les a beaucoup plus facilement par les Ascensions droites & les Déclinaisons, en supposant l'angle de l'Ecliptique avec l'Equateur connu. On a le lieu de l'Ascension droite d'une Etoile en tel tems que l'on veut, en comparant son passage par un certain Méridien déterminé au passage du Soleil dont on connoit toujours l'Ascension droite, & l'on a la Déclinaison de l'Etoile en comparant dans un même jour sa hauteur Méridienne à celle du Soleil. Tout cela ne demande que des opérations simples & communes, mais qui devenoient difficiles par la rigoureuse précision dont on avoit besoin.

Feu Mr. Cassini en 1670 avoit choisi Arcturus pour en comparer le passage par le Méridien de l'Observatoire avec celui du Soleil. Les deux passages se font presque toujours à des hauteurs différentes, ce qui oblige à déplacer la Lunette pour l'un des deux, & peut y causer quelque irrégularité dont on ne s'appercevra pas. Mr. Cassini prévint cet inconvénient, quoique léger, en choisissant un tems où le Soleil fût dans le même Parallèle qu'Arcturus, le mois de Mai, & c'est d'ailleurs un tems favorable aux observations. Le Soleil & Arcturus devoient donc passer par le fil vertical de la même Lunette immobile, & si le centre du Soleil ne passoit pas précisément par le même point de ce fil qu'Arcturus, cela ne pouvoit causer aucune erreur dans la différence

rence entre ces paſſages, parce qu'on avoit eu ſoin de mettre ce fil parfaitement vertical.

La différence de tems entre le paſſage du Soleil & celui d'Arcturus par le Méridien, eſt une certaine partie, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$, &c. de la révolution entière ou du Soleil ou d'Arcturus, & pour avoir exactement la valeur de cette partie, il faut connoître celle de la révolution entière de l'un ou de l'autre de ces Aſtres, & l'opération n'eſt finie que quand l'un ou l'autre a été vu de retour au Méridien. On ſait aſſez que ces deux révolutions ne ſont pas égales, que celle du Soleil eſt la plus longue, & il y faudra avoir égard; mais une attention plus délicate, c'eſt que ces deux révolutions commençant & finiſſant en des tems fort différens, car Arcturus ne paſſera au Méridien qu'à 10 heures du ſoir, par exemple, il eſt poſſible que pendant l'une de ces révolutions la Pendule ait eu quelque irrégularité qu'elle n'auroit pas eue pendant l'autre, & peut-être aura-t-on préféré par hazard la révolution malheureuſe, parce qu'on croyoit le choix indifférent, ainſi qu'il le devoit paroitre en effet. Ce choix ne ſe pouvant faire par raiſon, le ſeul moyen d'éviter une erreur qui ſe cacheroit toujours, eſt de faire pluſieurs opérations conſécutives, où l'on ſe réglera tantôt ſur l'une des révolutions, tantôt ſur l'autre, & l'on prendra le milieu des réſultats. Auſſi-bien, en pareille matière, ne ſe contenteroit-on pas d'une ſeule opération.

Telles furent en 1670 les principales précautions, & les plus particulières au ſujet, que feu Mr. Caſſini employa à la détermina-

 tion

tion exacte de l'Ascension droite d'Arcturus. Mr. Cassini les a toutes répetées 68 ans après au mois de Mai, & a trouvé enfin le point de l'Ascension droite d'Arcturus avancé vers l'Orient de 57 Minutes. Un intervalle de 68 ans n'a pas suffi pour donner le dégré entier, & on n'a pas eu la patience de l'attendre.

Mr. Cassini avoit pris aussi la déclinaison d'Arcturus, & de ces deux positions de l'Etoile par rapport à l'Equateur, on tire les deux correspondantes qu'elle a par rapport à l'Ecliptique, sa Longitude & sa Latitude, pourvu que l'on connoisse l'angle de l'intersection de l'Ecliptique & de l'Equateur. On n'en auroit pas douté il y a quelque tems, mais à présent les Astronomes commencent à soupçonner assez généralement qu'il va en diminuant. Ce ne peut être que de fort peu, comme de 1 Minute en 100 ans *, & cela ne peut guère tirer à conséquence pour le mouvement des Fixes en Longitude, si ce n'est après bien des Siècles. Pour la Latitude des Fixes, elle en seroit essentiellement altérée, puisque l'Ecliptique s'approcheroit ou s'éloigneroit toujours d'une Fixe quelconque, quoique fort lentement encore. Mais enfin cela se vérifieroit par des observations ou extrêmement éloignées les unes des autres, ou d'une précision & d'une finesse qui pourroient tenir lieu d'une grande distance de Siècles.

Mr. Cassini a voulu commencer à éprouver ce dernier moyen, & découvrir, s'il étoit possible, quelque variation de Longitude ou de

* V. l'Hist. de 1714. p. 105, & suiv.

de Latitude dans les Fixes. Il ne l'a pu qu'en observant avec l'exactitude la plus scrupuleuse des positions d'Etoiles déja déterminées par les Astronomes les plus anciens & les plus surs, tels que Ptolemée & Tycho, & en comparant à leurs déterminations celles qu'il trouvoit, ou qui avoient été trouvées par les plus habiles Modernes, comme Mr. Flamsteed. Le résultat d'un long & pénible travail est qu'effectivement il a trouvé des variations dont il ne paroit pas que l'on puisse douter.

Par le mouvement qui fait la précession des Equinoxes, les Fixes ne peuvent avoir de variation en Latitude, elles n'en peuvent avoir qu'en Longitude, & c'est à dire seulement que leur Longitude croît toujours, mais également & uniformément dans toutes, desorte qu'elles gardent toujours la même disposition entre elles, la même configuration.

Par le mouvement qui rapprocheroit sans cesse l'Ecliptique de l'Equateur, les Fixes changeroient toujours & de Latitude, & de Longitude, mais toutes encore également & uniformément, & leur configuration entre elles ne changeroit point. Mais les variations trouvées par Mr. Cassini ne peuvent appartenir ni à l'un ni à l'autre de ces mouvemens, & ce qui décide en un mot, c'est que si quelque Etoile a des variations, une autre n'en a pas, ou les a en sens contraire de ce qu'il faudroit. Les configurations qui devroient être immuables changent. Il y a une Etoile dans l'Aigle, qui, si toutes choses continuent leur cours, aura à son Occident après un grand

nombre de Siècles, une autre Etoile qu'elle a présentement à son Orient.

Nous avons parlé en 1737 *, de l'Aberration apparente des Fixes, découverte due au célèbre Mr. Bradley. Par-là il est bien vrai que les Fixes ont des variations tant en Longitude qu'en Latitude, & quoique ce ne soit là qu'une simple apparence, elle suffiroit si elle repondoit à tout. Mais elle dépend, comme on l'a vu, de certains principes, elle est assujettie à des circonstances qui ne quadrent point avec les variations observées par Mr. Cassini. Toutes les Fixes, par exemple, ont les variations causées par l'Aberration de Mr. Bradley, elles les ont inégales selon leur position par rapport à l'Ecliptique, même selon leur position par rapport au Soleil & à la Terre, &c. Rien de tout cela ne se retrouve ici.

Il faut donc que les variations dont il s'agit, ne tiennent ni aux mouvemens réels de de la Précession des Equinoxes, & de la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique, ni à l'apparence qui fait l'Aberration des Fixes; il faut que ces mêmes variations puissent n'appartenir pas à toutes les Fixes, du moins dans le même tems, & pour tout cela il faut que ce soient des mouvemens réels & particuliers, qui rendront les Fixes encore moins Fixes que l'on ne croyoit.

Le Systême des Tourbillons, car on est souvent obligé d'en revenir là, nous offre de lui-même tout ce qu'on peut desirer sur cet-

te

* p. 104, & suiv.

te matière. Toutes les Fixes sont autant de Soleils, centres, comme notre Soleil, chacun de son Tourbillon, mais centres seulement à peu-près, & qui peuvent se mouvoir autour d'un autre point central général. Le Soleil pourroit lui-même se mouvoir de cette façon, mais s'il est à cet égard parfaitement immobile, il est plus que vraisemblable que la Loi de la variété infinie qui règne dans la Nature, ne permettra pas qu'ils soient tous de cette exacte immobilité. Il y en aura même qui s'en écarteront jusqu'au point que leurs écarts nous deviendront sensibles, si nous les suivons avec un grand soin. D'ailleurs la compression perpétuelle, l'action réciproque des Tourbillons les uns contre les autres peut très naturellement dans quelques Tourbillons d'une constitution particulière, jetter hors de leurs places des Soleils, qui y reviendront, si l'on veut, après bien des Siècles. Il ne faut point craindre d'imaginer trop hardiment dans l'immensité de la matière, dans la variété infinie de ses mouvemens, & dans l'éternité des Ages; tout ce que nous avons à craindre au contraire, c'est que les bornes infiniment étroites où nous sommes renfermés, ne resserrent toujours trop nos idées.

SUR L'OBSERVATION DU SOLSTICE D'ETÉ de 1738.

CET Article se rapporte assez au précédent *. Il s'agit d'une Méthode trouvée par Mr. Manfrédi Académicien Associé, pour déterminer les Solstices par les Etoiles fixes, & mise en usage cette année par Mr. Cassini au Solstice d'Eté.

Un mois ou environ avant le Solstice dont le tems est connu à peu-près, on prend exactement la différence d'Ascension droite entre le Soleil & une Fixe, ici ç'a été Arcturus. Deux mois après, le Solstice étant arrivé vers le milieu de cet intervalle, on prend encore la différence d'Ascension droite entre le Soleil & Arcturus, lorsque le Soleil se retrouve au même Parallèle où il étoit dans le tems de la premiére observation, & il faut qu'il s'y retrouve précisément. Ainsi il sera presque nécessaire que la Lunette soit immobile, comme il a été dit ci-dessus †. Le Soleil qui depuis la premiére observation s'est élevé d'une certaine quantité jusqu'au point du Solstice, & de-là est descendu de la même quantité jusqu'au point où il a été vu dans la seconde observation, a donc nécessairement coupé cet intervalle en deux moitiés égales lorsqu'il a passé par le point du Solstice, & cela,

* V. les M. p. 502. † p. 76.

cela quoique son mouvement n'eût pas été égal de part & d'autre, ou, ce qui est le même, il a passé par le point du Solstice lorsque cet intervalle a été coupé en deux moitiés égales. Or cet intervalle, c'est la somme des deux différences d'Ascension droite observées entre le Soleil & Arcturus. Donc en coupant cette somme par la moitié, on a une différence d'Ascension droite qui est précisement celle que doivent avoir entre eux le Soleil & Arcturus au moment du Solstice. Il ne faut donc plus qu'avoir observé cette différence vers ce tems-là; si elle ne s'est pas trouvée précisément telle qu'on l'a déterminée, un peu de calcul très aisé en déterminera bien vite le moment.

Nous avons supposé tacitement que tout le mouvement en Ascension droite qui se fait pendant les deux mois de l'opération totale appartient au Soleil seul, & qu'Arcturus est immobile. Qu'est ce en effet qu'un mouvement de 7 ou 8 Secondes au plus qu'Arcturus aura eu par rapport à celui du Soleil qui aura été de 60 Dégrés? Si l'on veut avoir égard au mouvement d'Arcturus, il est certain qu'il en résulte une difficulté. Arcturus se meut en même tems & du même sens que le Soleil, & par-là sa différence d'Ascension droite avec le Soleil diminue, le Soleil en est donc plus longtems à aquerir cette différence d'Ascension moyenne, & pour ainsi dire, *Solstitiale*, que l'on a déterminée en ne comptant pas sur le mouvement d'Arcturus; & par conséquent ne parviendra pas à avoir cette différence dans le moment déterminé qui devoit

être celui du Solstice, mais seulement un peu après.

Cette difficulté contient elle-même sa réponse; car si le Soleil a passé le point du Solstice, il en arrivera plutôt en même raison au point où il est vu dans la dernière observation, & par conséquent il faut toujours couper en deux moitiés égales la somme des différences des Ascensions trouvées par les deux observations extrêmes.

SUR LA PARALLAXE DU SOLEIL.

IL n'étoit pas possible que Mr *. Godin étant au Pérou, ne songeât à profiter du grand éloignement où il étoit, pour travailler à la détermination de la Parallaxe du Soleil. Des Observations correspondantes sur ce sujet ne peuvent jamais se faire en des lieux trop éloignés, puisque toute Parallaxe est la distance des points où l'on rapporte un même objet vu de différens lieux, & que cette distance devient d'autant plus grande & plus sensible que les lieux sont plus différens. Cela est si vrai, que par des Observations d'un Astre, du Soleil, par exemple, faites en deux lieux les plus éloignés qu'il se puisse, aux deux Poles de la Terre, on lui trouveroit une Parallaxe double de l'horisontale, que l'on pose cependant pour la plus grande de toutes. Il n'y a point là de contradiction. La

* V. les M. p. 484.

La Parallaxe horisontale du Soleil est la même chose que l'angle sous lequel seroit vu du Soleil le demi-diamètre de la Terre, son diamètre seroit certainement vu deux fois plus grand; donc il peut y avoir une Parallaxe du Soleil double de l'horisontale. Ce qui fait que l'on n'a que l'horisontale, c'est que l'on ne peut voir le Soleil dans deux lieux du Ciel plus éloignés entre eux que le Méridien & l'Horison, distans de 90 dégrés, & que d'ailleurs on n'a point encore fait d'observations de sa Parallaxe de deux lieux de la Terre plus éloignés que de 90 dégrés, on n'a pas même été si loin. Ainsi on a toujours été renfermé pour cette Parallaxe dans une étendue à laquelle ne répondoit pas seulement un demi-diamètre de la terre entier vu du Soleil, on en a conclu le reste par le calcul, & c'est là la Parallaxe horisontale. Mais si on observoit de deux lieux éloignés entre eux de 180 dégrés, comme les deux Poles, alors ce seroit un diamètre de la Terre qui répondroit à cette distance, & la Parallaxe doubleroit. C'est là absolument la plus grande possible.

Si un Observateur placé dans le Soleil avoit mesuré le dimi-diamètre de la Terre seulement; & qu'à cause de son extrême petitesse apparente, il s'y fût trompé de quelque chose, il est certain qu'il se tromperoit moins, ou même plus du tout, en mesurant le diamètre entier. On ne peut donc avoir des observations d'endroits trop éloignés, & Mr. Godin a pris tous les soins qu'il a pu pour s'en

procurer qui répondissent à celles qu'il devoit faire au Pérou en 1738.

Il vouloit employer une Méthode directe. Celle de feu Mr. Cassini ne l'étoit pas, quoique très ingénieuse, & en même tems très-commode, parce qu'elle ne demande qu'un seul Observateur, & peut être assez répétée *. Ce grand Astronome prenoit par observation la Parallaxe de Mars, d'où il concluoit celle du Soleil, par le moyen du rapport que la Règle de Képler établit entre les distances de Mars, de la Terre & du Soleil. Mr. Godin a cru pouvoir s'épargner ce circuit. Voici le fondement de sa Méthode.

Un bord du Soleil a passé à Midi par l'ouverture d'une Lunette placée dans le Méridien d'un Lieu, & y a décrit un filet du Micromètre. La nuit suivante une Etoile passe par l'ouverture de la même Lunette restée immobile, & y passe à quelque distance du filet qui avoit été decrit par le bord du Soleil. La même chose s'est faite sous le même Méridien le même jour dans un lieu fort éloigné, on y a observé après le passage du bord du Soleil par le Micromètre celui de la même Etoile. Si dans l'un & l'autre Micromètre elle ne passe pas à la même distance du filet décrit par le Soleil, & certainement elle n'y passera pas si les deux Lieux sont suffisamment éloignés, cette différence de distance viendra de la Parallaxe du Soleil, & donnera l'angle sous lequel seroit vu du Soleil l'arc du Méridien intercepté entre les deux Lieux, & par

* V. l'Hist. de 1706. p. 129. &c.

par conséquent aussi un arc de 90 ou de 180 dégrés.

Si les deux observations correspondantes ne sont pas faites sous le même Méridien, car ce seroit une condition trop assujettissante, & qui rendroit la Méthode presque impraticable, il y aura une réduction à faire, très aisée, usitée en une infinité d'occasions, & qui est sans inconvénient.

Le même jour ne sera pas plus nécessaire pour les observations correspondantes que le même Méridien, pourvu que l'on fasse aussi les réductions requises, & qui seront faciles. Il faudroit que dans les deux observations l'Etoile fût dans le même Parallèle ou Cercle de Déclinaison, & il est sur qu'elle n'y sera pas, si les tems des observations sont éloignés, car les Fixes varient toujours en déclinaison. Mais on sait exactement de combien, & c'est toujours de si peu, que Mr. Godin trouve que la Claire de la Tête d'Ariès, qui est d'ailleurs une Etoile qu'il juge une des plus propres à cette recherche, ne variera en déclinaison que de 1' 12" en quatre années, sans qu'il y ait une seule seconde d'erreur dans cette détermination. Les autres variations qui peuvent avoir lieu ici, mais qui y auront encore moins d'effet, seront celle des diamètres apparens du Soleil qui tient aux différens tems de l'année, mais fort éloignés entre eux, & celle de l'obliquité de l'Ecliptique, qui est d'une prodigieuse lenteur *.

La Méthode réussira d'autant mieux que les deux

* V. l'Hist. de 1734. p. 105, & suiv.

deux Lieux feront plus éloignés, & Mr. Godin croit que les Aftronomes ne l'ont négligée jufqu'à préfent que parce qu'ils étoient trop voifins les uns des autres. Il viendra donc un tems où elle fera bien utile, & réuffira bien parfaitement ; il y aura des Aftronomes aux deux Poles.

Comme on voit des Etoiles de jour avec le Telefcope, on pourra obferver le paffage d'une Etoile par le Micromètre peu de tems après celui du Soleil, ce qui fera d'une plus grande commodité, & on aura de plus celle de n'être pas obligé à éclairer les fils du Micromètre.

Nous fupprimons d'autres détails curieux & inftructifs, mais qui ne font guère que pour les Aftronomes que Mr. Godin invite à faire effai de fa nouvelle Méthode, ou à travailler en correfpondance avec lui.

CEtte année Mr. des Parfieux, dont nous avons déja parlé en 1736 *, fit voir à l'Académie un Traité de Trigonométrie rectiligne, & fphérique. Il y démontre les propriétes des Triangles Sphériques, en les confidérant comme bafes d'autant de Secteurs ou Piramides triangulaires, qui ont leurs fommets au centre de la Sphère. On a trouvé que cette Méthode, qui n'eft pas nouvelle, avoit été pouffée par l'Auteur plus loin qu'elle n'avoit encore été, & que quoiqu'elle l'ait engagé

* p. 165.

gagé à charger quelques-unes de ses démonstrations d'un assez grand détail, elle lui a fourni le moyen d'en éclaircir & d'en simplifier un plus grand nombre d'autres. En général l'Ouvrage a paru méthodique & utile.



NOus renvoyons entièrement aux Mémoires

* Les Recherches de Mr. le Monnier le fils sur la hauteur du Pole de Paris.

† Son Observation des Eclipses d'Aldebaram par la Lune.

‡ L'Ecrit de Mr. Cassini sur les Variations de la situation & du mouvement de diverses Fixes.

‡ Les Observations du Solstice d'Eté de 1738 par Mr. le Monnier le fils.

§ Les observations de l'Eclipse du Soleil du 15 Aout, par Mrs Cassini, de Fouchy, le Monnier le fils.



CHRONOLOGIE.

LE Père François Meliton de Perpignan, Gardien des Capucins de Ceret en Roussillon, a fait voir à l'Académie un Ecrit qu'il a

* V. les M. p. 296. † p. 425. ‡ p. 462. ‡ p. 502. § p. 529. 534. & 536.

a fait à l'occasion d'un Livre intitulé le *Bouclier Grégorien Astronomique.* On a trouvé que les remarques, qu'il faisoit sur ce Livre, étoient très judicieuses. En même tems il a donné les principes de la Correction Grégorienne, le moyen de trouver la véritable Epacte aux années centénaires depuis la Création du Monde jusqu'à 10000 ans après la naissance de J. C. & par conséquent la Pâque & les Fêtes Mobiles à perpétuité, le tout par une Méthode certaine & assez facile.



OPTIQUE.

SUR LA REFLEXION, LA REFRACTION, ET LA DIFFRACTION *DE LA LUMIERE* *.

LE *Spectre* de Mr. Newton est fort fameux dans l'Optique, & si on veut l'exalter, on peut dire qu'il a fait une Optique nouvelle.

On fait passer par un très petit trou, percé au volet d'une fenêtre de la Chambre obscure, un Rayon du Soleil, auquel on expose un Prisme qu'il traverse en s'y rompant deux fois, l'une lorsqu'il y entre, l'autre lorsqu'il en sort, après quoi il va se jetter sur un papier ou carton

* V. les M. p. 1.

ton blanc, posé à une certaine distance qui le termine. Si le Rayon avoit été immédiatement du trou du volet au carton, & sans se rompre en chemin, il est certain que tous les Rayons partis de tous les points du Soleil s'étant croisés au trou du volet, iroient de là en divergeant toujours former sur le carton un espace circulaire rempli d'une lumière blanche & uniforme; d'autant plus grand que le carton seroit plus éloigné du trou, puisqu'il recevroit la base d'un Cone lumineux dont le sommet seroit au trou. Ce seroit-là une vraye image du Soleil.

Mais il n'en va pas ainsi quand le Prisme est entre le trou & le carton. L'image du Soleil n'est plus ni ronde ni blanche, ni uniformément lumineuse. C'est une Bande oblongue, dont la longueur est cinq fois plus grande que la largeur, divisée transversalement, & perpendiculairement à sa longueur en sept petites bandes parallèles entre elles, dont chacune a sa couleur différente des autres, & bien marquée. Ces couleurs sont rangées selon cet ordre, Rouge, Orangé, Jaune, Verd, Bleu, Indigo, Violet. Il n'y a point de Blanc. C'est cette image du Soleil si défigurée, quoique régulière à sa façon, que Mr. Newton a appellée *Spectre*, d'un mot Latin moins doux & moins familier aux oreilles Françoises que n'auroit été celui d'*Image*.

Il saute aux yeux que le Spectre ne peut être produit que par les Réfractions que le Rayon reçu par le trou avoit souffertes dans le Prisme; mais Mr. Newton a plus finement ap-

apperçu que ce Rayon, quelque étroit, quelque *linéaire* qu'il pût jamais être, ce qui ne dépend que de la petitesse du trou, devoit toujours être un faisceau des Rayons qui souffroient des Réfractions inégales, puisqu'il n'y avoit que cette inegalité qui pût les séparer, causer aux uns un plus grand écart, un moindre aux autres, & par-là rendre oblong le Spectre, qui naturellement eût été rond. Quant à sa largeur, elle ne vient que de l'angle sous lequel se croisent en passant par le trou les Rayons tirés des deux extrémités d'un même diamètre du Soleil, & cet angle est d'autant plus petit que le trou l'est davantage. Le Spectre n'est pas seulement oblong, il est coloré & différemment coloré en ses différentes parties. Donc, a dit Mr. Newton, aux différentes Réfractions appartiennent différentes couleurs, & il a trouvé de plus par expérience qu'un des Rayons du faisceau total, qui avoit pris une certaine couleur, ne la perdoit plus pour avoir été rompu de nouveau, & la conservoit sans altération. Ce qui lui donne sa couleur, ou plutôt la fait paroître, c'est d'avoir été séparé des autres, car tous ensemble ne font que la Lumière ou le Blanc, & ce qui sépare un Rayon des autres, c'est qu'il est plus ou moins *réfrangible* qu'eux, c'est à dire, que tombant sur un Milieu réfringent sous le même angle d'incidence que les autres, il s'y rompt sous un angle différent. On entend bien par-là que chaque Rayon coloré a son angle de Réfraction différent de celui de tous les autres différemment colorés.

On

On voit très ſurement quelles ſont les couleurs attachées, & invariablement attachées aux Réfrangibilités différentes. Le petit faiſceau de Rayons qui a paſſé par le Priſme, a été reçu ſur le carton, la figure du Spectre n'a pu être formée oblongue que par des Rayons particuliers ſéparés les uns des autres, qui d'un bout à l'autre de la figure, ont eu une Réfraction toujours croiſſante, ou toujours décroiſſante ſelon le bout par où l'on a commencé de compter. Le Rouge appartient à la moindre Réfraction, & l'autre extrême, qui eſt le Violet, à la plus grande. Non ſeulement les différentes Bandes colorées du Spectre conſervent toujours le même ordre entre elles, mais elles conſervent juſqu'à une certaine inégalité de grandeur, toujours bien marquée. Tout cela eſt d'une régularité qui ne ſe dément jamais.

Mais pourquoi la Réfraction produit-elle des Couleurs, tandis que la Réfléxion n'en produit point? Nous avons établi en 1722 * & 1723 †, d'après Mr. de Mairan, que la Réfraction n'eſt qu'une eſpèce de Réfléxion, pourquoi une différence entre elles ſi marquée? c'eſt ce que Mr. de Mairan a entrepris d'éclaircir. Il commence à ſe gliſſer dans la Phyſique même un uſage de ſe contenter de mots au-lieu d'explications réelles, l'exemple de l'Attraction ſi bien reçue chez d'illuſtres Savans eſt contagieux par l'extrême commodité qu'il donne de ſatisfaire à tout à peu de frais, & quand on aura renoncé encore da-

* p. 152. & ſuiv. † p. 147. & ſuiv.

davantage aux idées claires & distinctes, ce sera bien alors que Descartes sera véritablement foulé aux piés. Mais Mr. de Mairan ne prétend pas se servir des facilités que lui pourroit fournir le déréglement d'aujourdhui, & il ne traite la Question présente, qu'en s'assujettissant aux plus sévères loix de la Méchanique, ou du Cartésianisme.

Il faut se rappeller tout ce qu'il a dit sur la Réfléxion & sur la Réfraction aux endroits cités ci-dessus, & nous supposerons ici toute cette Théorie. Puisqu'une Sphère à ressort parfait se réfléchit toujours de dessus un plan inébranlable sous un angle égal à celui de son incidence, il est impossible que plusieurs Globules de Lumière, qu'on doit imaginer à ressort parfait, étant tombés parallelement les uns aux autres sur un plan qu'ils ne peuvent aucunement pénétrer, n'en réfléchissent aussi parallelement, & par conséquent sans se séparer en aucune façon. La vitesse horisontale & la verticale, qui composent toute incidence oblique, se retrouvent les mêmes après la Réfléxion qu'elles étoient auparavant. Mais si ces mêmes Globules, toujours tombés parallelement sur le plan, peuvent le pénétrer, il y a alors Réfraction, & ce n'est plus la même chose. Le plan est mu par leur vitesse ou force verticale, & par conséquent cette force est diminuée après le choc, tandis que l'horisontale demeure entière. Leur mouvement après le choc est donc composé de deux forces qui ont entre elles un autre rapport que celui qu'elles avoient auparavant, & comme c'est-là ce qui détermine l'angle de

Ré-

Réfraction, il ne peut jamais être égal à celui d'Incidence. Cet angle ainsi conçu est celui d'un très petit faisceau de Rayons, il est unique, & l'Image du Soleil qui en résulteroit, seroit ronde, comme celle qui viendroit d'une Réfléxion. Mais s'il est possible que les différentes files de Globules qui composent le petit faisceau de Rayons soient différemment altérées par la rencontre du plan réfringent, que le rapport de leur force verticale à l'horisontale, qui doit toujours y changer, y change différemment, alors il n'y aura plus un même angle de Réfraction pour toutes les files, toutes celles qui pourront avoir leur angle particulier de Réfraction, l'auront, elles se sépareront par conséquent, & il en viendra une Image du Soleil oblongue. Voyons si ce qui est nécessaire pour cet effet est possible.

Afin que le rapport de la force horisontale à la verticale change différemment par la Réfraction en différentes files, ou, ce qui reviendra au même, en différens Globules qui tombent obliquement sur un plan & parallement entre eux, il faut que leurs forces verticales soient différemment altérées par le choc du plan réfringent, car on sait que la force horisontale ou parallèle au plan demeurera toujours la même. On sait aussi que la même résistance du plan affoiblira plus une petite force verticale qu'une plus grande. Donc ce sera là le principe des différens angles de Réfraction des Globules, pouvu qu'ils ayent par eux-mêmes des forces inégales. Or il seroit très surprenant, & inoui en Physique, qu'ils

qu'ils n'eussent tous que des forces égales; tous la même masse avec la même vitesse, ou toujours des masses & des vitesses en telle proportion qu'elles fissent des produits égaux. Rien ne les oblige à être en équilibre entre eux, ils n'agissent point les uns contre les autres.

En supposant donc cette inégalité de forces, il est évident que la seule différence d'un Plan inébranlable pour les Rayons ou Globules dans un cas, mobile & pénétrable pour eux dans l'autre, fait que la Réfléxion ne les démêle & ne les sépare point, & qu'au contraire la Réfraction produit cet effet, s'ils ont des forces inégales. Il n'y a que la Réfraction qui puisse s'appercevoir, pour ainsi dire, de cette inégalité, absolument insensible ou plûtôt nulle pour la Réfléxion.

Il n'y a rien qui sépare mieux des Corps, que leur inégalité de forces. De-là vient ce bel ordre & si constant des Couleurs produites par la Réfraction.

La force verticale des Globules étant la seule que la Réfraction altère, & la Réfraction ne la pouvant altérer qu'en la diminuant, il paroît suivre nécessairement de-là que dans le mouvement composé du Globule après le moment de la Réfraction, la force horisontale est toujours plus grande par rapport à la verticale qu'elle n'étoit auparavant; que ce mouvement composé s'éloigne donc plus qu'il ne faisoit de la direction verticale, ou, ce qui est le même, que le Rayon doit toujours se rompre en s'éloignant de la verticale, ou perpendiculaire au plan réfringent. Or tout

le

le monde sait qu'il se fait des Réfractions, tant en s'approchant de cette perpendiculaire qu'en s'en éloignant.

Il est vrai que Réfraction, qui est le choc d'un Rayon contre un plan mobile, ne peut jamais par elle-même que diminuer sa force verticale. Mais ce choc est le passage que fait un Rayon d'un Milieu dans un autre, & il ne doit pas arriver la même chose, soit que le Rayon ait moins de facilité à traverser le 2d Milieu que le 1er, soit qu'il en ait davantage. Il faut que cette différence influe sur le nouveau mouvement, ou plus précisément sur la nouvelle vitesse verticale que prendra le Rayon dans le nouveau Milieu, & certainement le 2d cas lui est plus favorable que le 1er. La difficulté est de concevoir une vitesse augmentée par un Milieu plus aisé. Il y conservera plus longtems celle qu'il avoit en y entrant, toujours la même, si l'on veut; mais quel sera le principe d'augmentation?

Mr. Descartes avoit imaginé, pour expliquer les Couleurs, que les Globules de la Lumière tournoient chacun sur leur centre, & que ces mouvemens de rotation étoient en différentes proportions avec le mouvement direct ou progressif commun à tous. Cette idée, ingénieuse pour le tems où elle fut proposée, mais peu conforme aux expériences que l'on a aujourdhui, Mr. de Mairan la transporte à la Question présente, & essaye si elle y pourroit réüssir. Il est vrai que le sens selon lequel se fait une rotation, appartient à une direction horisontale, en fait

en quelque sorte une partie, & que si un Globule ayant un mouvement direct ou progressif, qui soit horisontal d'Orient en Occident, a en même tems une rotation sur son centre d'Orient en Occident, son mouvement horisontal total en sera plus fort, & que par conséquent si on le compare à un autre, qui avec le même mouvement direct ait une rotation égale & contraire, il aura plus de force horisontale, quoique par une même obliquité d'incidence sur un plan il ne paroisse avoir qu'une égale force. Sa supériorité ne se déclarera que dans la nouvelle composition de mouvement opérée par la Réfraction, alors le Globule qui par sa rotation avoit le plus de force horisontale, s'éloignera plus de la perpendiculaire au plan que l'autre, qui par-là paroitra avoir plus de force verticale sans en avoir aquis de nouvelle.

Ce sera la même chose, si sans donner aux Globules différentes rotations naturelles sur leurs centres, on conçoit qu'ils n'en prennent qu'à la rencontre du plan & par les inégalités de sa surface, qui leur seront toujours bien sensibles, quelque petites qu'elles puissent être.

Mais un inconvénient décisif contre ces deux hypothèses à la fois, c'est que la séparation des différens Globules, qui, à la vérité, pourroit se faire par la Réfraction, se feroit aussi par la simple Réfléxion, ce qui est contre toutes les expériences. Dès que le faisceau de Globules auroit touché le plan inébranlable ou impénétrable, soit qu'ils y ap-

apportassent différentes rotations, soit qu'ils les y prissent, le sens de ces différentes rotations étant augmenté ou fortifié dans les unes par la rencontre du plan, diminué ou affoibli dans les autres, il en résulteroit différens mouvemens directs des Globules, qui en causeroient la séparation, & par conséquent des Couleurs.

Il est bien certain que la vitesse verticale des Globules ne peut jamais être augmentée par la rencontre du plan, mais elle peut l'être à l'occasion de cette rencontre, si ce nouveau plan appartient à un Milieu que les Globules traversent avec plus de facilité que celui qu'ils traversoient auparavant. Ce n'est pas même encore que leur vitesse soit réellement augmentée, elle ne peut être que telle qu'elle étoit dans le Milieu plus difficile à pénétrer d'où ils sortent, & s'ils y ont perdu de la force, ils ne la récouvreront jamais, si la prémière cause qui les a mis en mouvement a cessé de leur être appliquée. Mais si elle l'est toujours, on conçoit sans peine que la vitesse qu'elle leur imprime est inégale, selon la différente résistance des Milieux qu'ils ont à traverser; que quand elle est moindre, leur vitesse est plus grande, & au contraire.

Si les Globules de la Lumière étoient lancés du Soleil jusqu'à nous, ce qui s'appelle *émission*, ils seroient après un prémier *jet* abandonnés par la force qui les auroit mus, & ce seroit en ce cas qu'ils ne récouvreroient jamais dans un Milieu des dégrés de vitesse perdus dans un autre. Mais il est beau-

beaucoup plus probable que la Lumière se fasse sentir à nous par *pression*, c'est-à-dire, qu'il y ait depuis le Soleil jusqu'à nous de longues files continues de Globules élastiques, dont le prémier pressé par l'action du Soleil, transmet cette impression de Globule en Globule jusqu'au dernier qui touche notre œil, ou qui y entre. Dans ce cas la force qui meut les Globules, leur est toujours appliquée.

Cette explication si facile & si naturelle de l'augmentation de la vitesse verticale de la Lumière dans certains Milieux, semble décider absolument pour le Système de la pression contre celui de l'émission. Mais Mr. de Mairan, qui veut que sa Théorie présente soit indépendante des Systèmes, propose un moyen de la concilier avec l'émission. Nous nous contenterons de ce que nous avons dit, en adoptant l'autre Système qui est le plus satisfaisant. Il a d'ailleurs tant d'avantages sur l'émission, qu'on peut encore lui laisser celui-ci, sauf à ne le pas donner tout-à-fait pour exclusif, si l'on ne veut.

Dans le Système de la pression les différentes forces ou vitesses des Globules viendront de leur différente élasticité, qui est plus que vraisemblable. On y pourra ajouter avec autant de fondement leur différente grosseur, & cela même les rendra encore plus absolument différens, & plus surement inaltérables après leur séparation, comme ils doivent l'être selon les expériences. Ceux en qui le produit de la masse par la vitesse est le plus grand, sont les plus forts, & par con-

conséquent ils perdent moins de leur vitesse verticale en tombant obliquement sur un plan qui leur cède, & ils se détournent moins de leur ligne d'incidence ou sont moins réfrangibles.

Quand un faisceau composé de ces différens Globules, tombe sur le plan réfringent, il ne faut pas s'imaginer que de toutes les différentes forces de ces Globules il s'en forme une moyenne avec laquelle le faisceau total vienne attaquer le plan, & ouvrir, pour ainsi dire, cette porte. Elle n'est pas toute d'une pièce, mais chaque partie en est ouverte ou enfoncée par le Globule qui lui est échu.

La force absolue de chaque Globule est celle qu'il a par sa masse & par sa vitesse naturelle, sa force rélative au corps sur lequel il tombe, & qu'il doit ébranler, est ce qu'il y a de vertical ou de perpendiculaire dans la direction de son incidence. Comme la force absolue n'est pas la même dans tous les Globules, & que la force rélative est la même pour tous ceux d'un même faisceau dans une même incidence, & que les forces absolues inégales toujours nécessairement diminuées par la rencontre du plan, le sont donc également dans une même incidence, il s'ensuit qu'il peut y avoir telle incidence où les forces absolues de quelques Globules ne seront plus assez grandes pour leur faire pénétrer les parties du plan qu'ils auront rencontrées, tandis que les forces absolues de quelques autres Globules seront encore capables de cet effet. Les Rayons les moins réfrangibles étant les plus forts, puisque ce sont ceux qui souffrent la

la moindre Réfraction, ou se laissent le moins détourner de leur premier chemin, il est certain que ce seront ceux-là qui pénétreront le nouveau Milieu, tandis que les autres ne le pénétreront pas. Or on sait par expérience que ce sont les Rouges qui sont les moins réfrangibles de tous, ensuite les Jaunes, &c. On trouvera donc une incidence d'une telle obliquité, qu'il n'y aura que les Rayons rouges du faisceau qui entrent dans le nouveau Milieu, & que tous les autres qui n'y pourront entrer, se réfléchiront sur sa surface.

Ces Rayons réfléchis étant reçus sur un Carton, y formeront une image du Soleil ronde, & moins colorée, puisqu'elle ne sera composée que de Globules non séparés. Elle ne sera pas tout-à-fait si blanche, ou de la même teinte que si le Rouge n'y avoit pas manqué. Des Yeux exercés s'en appercevront.

Si l'obliquité de l'incidence avoit été un peu moindre, le Jaune auroit passé dans le Milieu aussi-bien que le Rouge. Il est aisé de suivre cette idée & ses conséquences aussi loin qu'on voudra. Tous les Rayons colorés passeront ainsi les uns après les autres, & enfin le Violet même.

Ce n'est pas à dire cependant que dans les cas où nous disons que tout passe dans le nouveau Milieu, il ne se réfléchisse rien sur sa surface. Cela veut dire seulement que dans les incidences peu obliques & favorables à la Réfraction, il n'y a de Rayons d'aucune espèce ou couleur qui ne passent dans le Milieu, & en assez grande quantité pour se faire

se sentir, mais ceux d'une couleur quelle qu'elle soit, & dans quelque cas que ce soit, n'y passeront jamais tous, il y en aura toujours qui se réfléchiront sur les parties solides de la surface réfringente, & s'y réfléchiront même irrégulièrement; car quelle surface peut jamais être assez exactement polie par rapport à des corps aussi fins & aussi déliés que les Globules de la Lumière? Il seroit plutôt possible qu'ils se réfléchissent tous, qu'il ne le seroit qu'ils se rompissent tous.

Les Globules qui ayant une même incidence sur un même Milieu, y souffrent une plus grande Réfraction, peuvent être appellés plus réfrangibles, & alors les Violets seront les plus réfrangibles de tous les Globules. D'un autre côté, ils peuvent être appellés les moins réfrangibles, parce qu'ils ne se rompent point dans des cas où tous les autres se rompent; & comme alors ils sont les seuls qui se réfléchissent, on les pourroit appeller plus *réfléxibles*, en même tems que moins réfrangibles. Mais si on fait attention que c'est le même principe, une force moindre par rapport à celle de tous les autres, qui les rend & plus réfrangibles & plus réfléxibles, on jugera qu'il vaut mieux s'en tenir à cette dernière dénomination, qui a été préférée par Mr. Newton, grand Maître en cette matière. Les Globules rouges seront au contraire les moins réfrangibles & les moins réfléxibles. Ce n'est pas la peine de parler de tout l'entre-deux.

Il n'y a point de Réfraction sans Réfléxion. Le moyen que dans la surface du Milieu le

plus pénétrable à la Lumière, il ne se trouvât pas des parties solides qui la renvoyassent? plus l'incidence sera oblique, plus le nombre des Globules réfléchis sera grand par rapport au nombre de ceux qui pénétreront, car non-seulement une certaine obliquité d'incidence feroit cause qu'un faisceau entier de Globules ne feroit que se réfléchir, mais nous avons vu que dans le cas de quelques obliquités moindres, il se trouveroit dans un même faisceau tous les Globules de certaines couleurs qui feroient trop foibles pour pénétrer. C'est sur la surface commune aux deux Milieux que se passe tout ce jeu de Réfractions & de Réfléxions qu'elle produit en même tems. Il est aisé de voir que moins le 2d Milieu est pénétrable à la Lumière, plus il se fait de Réfléxion au passage du 1er dans ce 2d. & par conséquent moins deux Milieux différent en *pénétrabilité*, moins il se perd ou se dissipe de Lumière par les Réfléxions sur leur surface commune.

Un corps transparent, comme le Verre, que nous prendrions ici pour un seul Milieu, est cependant un composé de différens Milieux. Il a ses parties propres, solides, & transparentes; du moins si on les conçoit d'une certaine ténuité, & dans tous les interstices de ces parties, qui occupent certainement moins d'espace que ces interstices, coule un fluide très subtil qui les remplit. Il arrive à chaque moment dans l'intérieur du Verre, que des Globules de Lumière passent ou de ce fluide dans les parties propres du Verre, ou de ces parties dans le fluide; &

comme

ne ces parties & le fluide doivent avoir
pénétrabilités, ou réfringences différen-
il en résultera, si elles le sont à un cer-
point, beaucoup de réfléxions différen-
dans l'intérieur du verre, irrégulières en-
elles, & en un mot une grande perte ou
pation de Lumière. Il ne paroît pas que
cela arrive, & c'est la marque d'une assez grande homogénéité à cet égard entre les parties propres du Verre, & le fluide qui coule dans ses pores.

Si ce fluide que nous supposons homogène en lui-même, ne l'étoit pas, ce qui est possible, ce seroit encore un principe d'une plus grande dissipation de la Lumière au dedans du Corps, ou, ce qui est le même, d'une moindre transmission au dehors, & d'une moindre transparence. On voit par-là en général ce qui rend les Corps transparens ou opaques.

On peut même aisément les faire changer d'état à cet égard. Du Verre pilé devient opaque; qu'on y verse de l'Eau, il redevient transparent, & encore plus si c'est de l'Huile.

Il est bien certain que toute la différente réfrangibilité des Globules, qui ont composé un Rayon ou petit faisceau de Rayons, s'exerce dans l'espace que le Spectre occupe en longueur. Aux deux extrémités de cette étendue, sont le Rayon particulier le moins rompu, & le plus rompu. Quand on vient à mesurer géométriquement cette longueur du Spectre par les angles de Réfraction qui la déterminent, il se trouve que tout le jeu de

la diverse réfrangibilité se passe dans une étendue qui n'est que ce que seroit numériquement l'intervalle de 77 à 78. C'est dans cet intervalle que sont compris tous les rapports des différentes réfrangibilités ou vitesses des Globules. Il ne s'en faudroit guère que 77 $\frac{1}{3}$ & 77 $\frac{1}{2}$ ne fussent, même en Géométrie, la même grandeur; cependant ce sont des vitesses dont la différence est sensible à l'Organe de la Vue, puisqu'elles font voir des couleurs différentes. On ne devineroit peut-être pas que la très petite différence de 77 $\frac{1}{3}$ & 77 $\frac{1}{2}$, représente celle qui est entre le Bleu & le Jaune, mais on a des exemples pareils dans l'Acoustique; deux Cordes ne seront pas prises pour être à l'Unisson, quoique leurs vibrations ne diffèrent que d'une seule sur un grand nombre. Tout le monde sait que dans le Chatouillement un petit dégré de plus ou de moins fait toute la différence du plaisir à la douleur, sensations qui ne nous paroissent pas différer de dégré, mais d'espèce, autant qu'il se peut.

On pourroit avec assez de raison ne compter que cinq couleurs dans le Spectre, le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, le Violet; car l'Orangé n'est visiblement qu'une nuance du Rouge au Jaune, ou plutôt un composé des deux, & il en est de même de l'Indigo placé entre le Bleu & le Violet. Mr. Newton a voulu sept Couleurs qui figurassent avec les sept Tons de la Musique, & l'on s'en est tenu à cette grande autorité. Nous avons rapporté en 1737 *, quelques autres

* p. 140. & 141.

mêmes doutes sur toute cette matière que l'on s'est un peu pressé de croire suffisamment mise au net. Les Couleurs primitives ne sont pas encore bien décidées, & le Parallèle des Tons & des Couleurs en est encore plus imparfait que nous ne le représentions dans l'endroit cité.

Toujours est-il bien sûr que les Bandes transversales formées dans le Spectre par les sept Couleurs, si on est attaché à ce nombre, sont fort inégales en largeur, &, à ce qu'il paroît, bizarrement inégales. Le Violet & le Vert sont les plus grandes, l'Indigo & l'Orangé les plus petites. Quoique les limites précises de ces Bandes soient très difficiles à reconnoître, il y a dans le reste de leur étendue, sur-tout vers le milieu, des différences bien marquées.

Il faut convenir cependant qu'on ne devineroit pas trop que cela dût être ainsi dans la supposition que les différentes réfrangibilités ou Couleurs viennent des différentes vitesses. Car ces différentes vitesses, comprises, si l'on veut, entre 77 & 78, sont géométriquement en nombre infini, croissant depuis 77 jusqu'à 78 par dégrés infiniment petits, & physiquement ou sensiblement, elles sont du moins en nombre fini prodigieusement grand. Or même en ce dernier cas on ne doit point voir sur le Spectre de grandes places séparées, les unes bien couvertes d'une certaine couleur uniforme, & les autres d'une autre, mais seulement d'un bout à l'autre du Spectre, des nuances très fines qui se succéderont les unes aux autres presque imperceptiblement, & sans

qu'on puisse soupçonner des limites en aucun endroit.

Mr. de Mairan qui s'est fait à lui-même cette difficulté, en a bien senti la force. Voici ce qu'on y peut répondre avec beaucoup de vraisemblance.

Il n'est nullement nécessaire qu'il y ait entre les vitesses des Globules tous les dégrés finis de différence possibles. Cela seroit même peu conforme à la Physique, qui ne souffre guère de régularité si parfaite. Si l'on conçoit les Globules distribués en Espèces différentes par les vitesses, il peut n'y avoir qu'un aussi petit nombre de ces espèces que l'on voudra, que sept, & encore moins si l'expérience le détermine.

Quand il y auroit entre les Globules plus de différences finies de vitesse que les sept qu'on peut supposer ici, ce ne seroit pas à dire qu'elles fussent toutes sensibles à l'Organe de la Vue, ou du moins sensibles comme distinctes d'avec toutes les autres. Un certain nombre d'impressions inégales en force, seulement jusqu'à un certain point, ne se feront sentir que comme feroient les plus fortes d'entre elles.

Ce n'est pas proprement de la vitesse des Globules qu'il s'agit ici, c'est de leur force, du composé de leur masse, & de leur vitesse. Ce composé peut être toujours égal, quoique ses deux principes composans varient entre eux à l'infini. Tous les Globules inégaux en force pourront se réduire par-là à un petit nombre d'espèces. Il seroit même possible absolument qu'il n'y en eût point d'inégaux en

en force, malgré l'inégalité de toutes leurs masses & de toutes les vitesses.

On a objecté à Mr. de Mairan, que dans l'apparition subite d'un objet lumineux, telle que l'Emersion d'un Satellite de Jupiter hors de l'ombre de cette Planète, on devroit voir d'abord le Satellite sous la seule couleur rouge, puisque c'est celle qui répond aux Rayons de la plus grande vitesse; ensuite on le verroit sous une couleur mêlée de Rouge & d'Orangé, parce que les Rayons Orangés seroient arrivés aussi, &c. Mais on ne voit rien de pareil, le Satellite se montre dès le prémier instant sous la couleur du Blanc lumineux formé de l'assemblage de toutes les Couleurs.

Cette objection demande qu'un Objet très éloigné soit vu dans le même instant qu'il se présente à l'Oeil; autrement, s'il a besoin de quelque tems pour se faire voir, ce tems, quelque court qu'il soit, pourra suffire pour laisser aux Rayons colorés, qui diffèrent très peu en vitesse, le loisir d'être tous arrivés avant que la sensation se fasse. Or il est certain qu'un Satellite n'est pas vu dès qu'il se présente, puisqu'avec une Lunette de 16 piés, on le voit 30 Secondes plutôt qu'avec une Lunette de 10.

Venons maintenant à la Diffraction, que le P. Grimaldi, Jésuite, qui l'a découverte le prémier, a donnée pour une quatrième manière dont se fait la propagation des Rayons. Mr. Newton a beaucoup enrichi ce sujet après Grimaldi.

On expose au petit trou de la Chambre obscure un Cheveu, un fil horisontal, de sorte qu'un Rayon qui va le frapper, se divise en deux par la rencontre du diamètre vertical qui est la grosseur du fil. A quelque distance de là on reçoit sur un papier blanc l'ombre de la partie du fil frappée par le rayon. On mesure cette ombre, & on la trouve plus grande qu'elle ne devroit être à raison de sa distance au fil. Il est sûr par-là que les Rayons qui ont été Tangens de la circonférence du fil, n'ont pas continué à s'étendre selon cette direction, & l'on conçoit qu'ils se sont, non pas rompus, puisqu'il n'y a point là de nouveau Milieu à traverser, non pas réfléchis, puisque leur direction n'avoit rien de perpendiculaire au fil, mais *infléchis*, & c'est cette inflexion, quelle qu'en soit la cause, qu'on a appellée *diffraction*. Il paroit même que cette diffraction se fait sans que les Rayons touchent le fil ou le Corps *diffringent*, & à quelque petite distance de ce corps. Une vertu attractive ou répulsive, quelque qualité occulte viendroit-là bien à propos.

Il y a plus. Dès deux côtés de l'ombre du fil projettée sur le papier ou carton, on voit des Couleurs pareilles à celles du Prisme. Un Prisme ne produit qu'une certaine suite de Couleurs, un seul *Arc-en-ciel* pour abréger l'expression, mais à chaque côté de l'ombre du fil on voit trois Arc-en-ciels bien distincts, & même différens entre eux en ce que les plus proches de l'ombre ont un plus grand nom-

nombre de Couleurs. Nous évitons d'entrer dans un plus grand détail.

Pour ne point donner dans les Causes imaginaires, Mr. de Mairan suppose une Atmosphère très subtile autour du fil, moyennant quoi tout rentre dans un Méchanisme connu.

L'ombre trop grande à raison de la distance, n'est plus l'ombre du fil, mais celle de son Atmosphère. C'est ainsi que la Lune, qui le plus souvent ne tomberoit pas dans l'ombre de la Terre, tombe dans celle de l'Atmosphère terrestre, qui s'étend plus loin.

L'Atmosphère du fil rompt nécessairement les Rayons, & ce qu'on appelloit diffraction, n'est plus qu'une simple réfraction. L'angle de la Réfraction causée par ce petit Milieu, fera connoitre s'il est plus ou moins favorable à la transmission de la Lumière que l'Air, & le fait est qu'il l'est moins, puisque les Rayons vont en s'écartant du fil.

Les couleurs qui paroissent aux deux côtés de l'Ombre, sont encore une preuve qu'il s'est fait des Réfractions dans une matière qui environnoit le fil. Si l'on soupçonnoit qu'elles pussent s'être faites dans le fil même, qui est toujours fort menu, il n'y auroit qu'à le prendre de Métal, & non pas de Lin ou de Soye, on n'auroit plus sa transparence à craindre.

Il ne doit point paroitre étonnant que ces fils ayent une Atmosphère, tous les Aimans en ont une presque visible par l'arrangement que de la limaille de Fer prend autour d'eux. Tous les Corps en prennent une dès qu'ils ont

ont été électrisés, & toutes ces Atmosphères sont aussi presque visibles par des effets bien marqués. On en a vu mille exemples dans les Volumes précédens. Il est vrai que ces Atmosphères ne paroissent pas être naturelles aux Corps, puisqu'elles sont produites par l'*électrisation*, mais peut-être l'électrisation n'a-t-elle fait que les manifester en leur donnant une détermination de mouvement plus forte. Ces petites Atmosphères ne nous sont pas encore assez connues, & en général ce qui nous échappe le plus, c'est le jeu des plus petits Corps, qui est cependant en quelque sorte l'ame de tout le reste.

Mais enfin quoique les petites Atmosphères soient bien établies, celles du Fil ou du Cheveu souffriroient encore bien des difficultés. Les réfractions qui s'y feroient faites, auroient certainement produit ces Couleurs qui sont aux deux côtés de l'Ombre; mais ces trois ordres de Couleurs, ces trois Spectres distincts font un effet bien plus embarrassant. Le prémier, qui est simple, s'explique sans peine par une Atmosphère uniforme en densité, toujours également résistante à la Lumière; mais le second demande une Atmosphère non uniforme, qui ait par rapport à la Lumière trois dégrés de résistance différens, chacun dans une Couche Sphérique distincte. Il en va de même du troisième ordre de Couleurs ou Spectre. Cela est bien composé pour l'Atmosphère d'un Cheveu, mais Mr. de Mairan répond que l'on n'eût jamais cru que le plus petit Rayon qui puisse passer par un trou qu'a fait une poin-

te

te d'Aiguille, fût formé de Rayons de tant de Couleurs différentes. Un des fruits des nouvelles découvertes doit être de nous préparer à en faire encore sans une certaine surprise beaucoup d'autres aussi surprénantes en elles-mêmes.

Mais Mr. de Mairan prétend bien en venir à quelque chose de plus précis sur cette matière. Il donne déja d'avance une légère idée d'expériences nouvelles dont il espère tirer des éclaircissemens. Par la supposition du simple Méchanisme, & par l'Art moderne des expériences, on est, selon toutes les apparences, sur les bonnes voyes de la Physique, mais on ne fait presque encore que commencer à y être.



MECHANIQUE.

SUR L'ACTION D'UNE BALLE DE MOUSQUET

*Qui peut percer un Corps solide sans le mouvoir sensiblement *.*

UNE Porte qui tourne tres librement sur ses Gonds, sera déterminée à y tourner, & à faire, pour ainsi dire, quelques pas d'un sens ou du sens opposé, pour peu qu'on la pousse du bout du doigt; cette impulsion n'est

* V. les M. p. 211.

n'eſt que d'un moment, & très légère. Que l'on tire un coup de Mouſquet contre cette même Porte, il pourra arriver qu'elle ſoit percée de part en part, ſans tourner aucunement ſur ſes Gonds, ſans prendre à cet égard aucun mouvement, du moins ſenſible. Pourquoi n'a-t-elle pas tourné ſur ſes Gonds, & même très vite? On dira que toute l'action de la Balle de Mouſquet a été employée à percer la Porte; mais il eſt impoſſible qu'elle y ait été employée toute entière. On concevroit tout au plus que quand la Balle a une fois pénétré dans l'épaiſſeur de la Porte, elle ne fait plus que la percer ſans la pouſſer, encore cela ne ſeroit-il pas bien certain, mais du moins la Balle a eu un prémier inſtant où elle n'a fait que toucher la Porte ſans y pénétrer, & alors elle n'a du que la pouſſer, & avec une force incomparablement plus grande qu'aucune Main n'auroit jamais pu faire. Ma Main n'auroit été appliquée qu'un inſtant à la Porte, la Balle ne l'aura pas été moins, cet inſtant eſt indiviſible. Pourquoi donc encore une fois la Porte n'a-t-elle pas tourné? Voilà la question, dont de très habiles gens ont mieux ſenti la difficulté qu'ils ne l'ont réſolue.

Mr. Camus a entrepris de la réſoudre par voye de Calcul Algébrique & Analitique, nous la conſidérerons par le Phyſique qui y entre néceſſairement. Le Phyſique fait mieux voir pourquoi & comment une Choſe eſt, & le Calcul juſqu'où elle s'étend & quelles en peuvent être les variations.

Il nous paroit que toute la Solution de la queſtion préſente dépend d'un principe un

peu

peu paradoxe, mais établi dans les *Elémens de la Géométrie de l'Infini*, c'est que nulle impulsion, quelque courte, quelque instantanée qu'elle paroisse, ne se fait en un tems infiniment petit; tout effet demande un tems fini. Il en faut donc un pour pousser la Porte avec la main, quelque peu que ce soit. Puisque ce tems est fini, un autre tems peut être plus court, & celui-là ne suffiroit pas pour pousser la Porte. Or le tems pendant lequel une Balle, que sa vitesse rend capable de percer la Porte, fera, si l'on veut, une ligne de chemin, est prodigieusement court, & il peut fort aisément l'être plus que le tems nécessaire pour pousser la Porte de la quantité d'une ligne. Donc la Balle à cause de sa grande vitesse ne poussera point la Porte, & à cause de cette même vitesse la percera.

Dès que la Balle a pénétré le moins du monde dans l'épaisseur de la Porte, elle perd toujours de sa vitesse par l'action de percer, & elle en peut perdre au point qu'elle n'aura plus que celle qui n'étant plus trop grande ne fera que pousser. Mais il faut considérer en quel tems cela arrive.

Si c'est précisément lorsque l'épaisseur de la Porte a été entièrement traversée, la Balle qui a toujours percé jusque-là pousse dans ce dernier moment, & ce sera le même cas que si la Balle mue d'une certaine vitesse déterminée avoit choqué un Corps en repos d'une certaine masse. L'effet suivra les loix du choc des Corps parfaitement durs, ou sans Ressort.

Si

Si la Balle n'a pas la force de traverser toute l'épaisseur de la Porte, elle pousse en cessant de percer, & pousse d'autant plus qu'il lui reste encore plus de vitesse, ou qu'elle a eu une plus grande vitesse primitive, car quoique arrêtée dans l'action de percer, elle se meut encore, parce qu'elle suit la Porte poussée qui lui cède.

Il est clair que si la Balle traverse toute l'épaisseur, & va au de-là, elle ne pousse point, & est d'autant plus éloignée de le pouvoir qu'elle a eu primitivement une plus grande vitesse. Il faut se souvenir qu'il s'agit toujours de pousser sensiblement.

Tout cela établi, c'est maintenant à l'Analise Algébrique à opérer, quoiqu'il lui arrive assez souvent d'opérer avant que d'avoir trop établi les idées Physiques; il sembleroit presque qu'elle voulût ne les devoir qu'à elle-même.

Comme la vitesse de la Balle dans l'épaisseur de la Porte est toujours décroissante à cause de la résistance continuelle des fibres du bois, on ne peut calculer cette vitesse qu'en la réduisant à ses Infiniment petits, inégaux entre eux, mais dont chacun sera une petite vitesse uniforme d'un instant. La perte de vitesse que fera la Balle dans un instant quelconque sera d'autant plus grande que cet instant sera plus long, la résistance des fibres du bois plus grande, & la masse de la Balle plus petite. La vitesse aquise par la Porte dans le même instant sera d'autant plus grande que cet instant sera plus long, la résistance des fibres plus grande; car on a vu que

que ce n'eſt qu'en vertu de cette réſiſtance que la Porte peut être pouſſée, & enfin d'autant plus que la maſſe de la Porte ſera plus petite. Un tems étant toujours d'autant plus grand que l'eſpace parcouru eſt grand, & la viteſſe petite, chaque inſtant du mouvement de la Balle, en perçant la Porte, ſera d'autant plus grand que l'eſpace traverſé par la Balle ſera plus grand, & ſa viteſſe plus diminuée par celle que la Porte aura priſe. Ce ſont-là trois Elémens ſur leſquels roule tout le Calcul de Mr. Camus.

Il n'y a plus qu'à faire telles ſuppoſitions qu'on voudra ſur la maſſe & ſur la viteſſe de la Balle, ſur la maſſe de la Porte, ſur la réſiſtance des Fibres du bois, en un mot à donner des corps Phyſiques à ces eſpèces d'Etres Métaphyſiques, dont on a tous les rapports dans ſa main. On verra par l'évaluation préciſe de toutes les quantités, que la Porte eſt toujours réellement pouſſée, & l'on diſtinguera aiſément les cas où elle l'eſt ſi peu que les yeux ne s'en apperçoivent pas. On pourra même, en la ſuppoſant immobile, ce qui arriveroit ſi ſa maſſe étoit infinie, déterminer de combien la Balle en pénétreroit plus avant dans le bois.

SUR LE CONFLUENT OU JONCTION DES RIVIERES*.

QUAND deux Rivières se rencontrent, il faut qu'elles se joignent pour aller désormais ensemble avec une direction commune, qui ne sera ni l'une, ni l'autre des deux différentes qu'elles avoient auparavant. L'angle du Confluent, c'est-à-dire, celui sous lequel les deux Rivières se rencontrent, étant posé, il est clair que si elles se rencontrent avec des forces parfaitement égales, la direction commune qu'elles prendront divisera cet angle exactement en deux moitiés égales, mais hors de ce cas-là, qui est unique & extrêmement rare, l'angle ne sera point divisé également, parce que la direction commune formée ou résultante des deux particulières, tiendra plus de celle qui aura appartenu à la Rivière plus *forte* que de l'autre, & cela d'autant plus que l'inégalité de forces sera plus grande. Donc la direction commune s'approchera plus de l'une des deux particulières que de l'autre, donc elle ne coupera pas en deux également l'angle du Confluent formé par ces deux directions. Il s'agit ici de déterminer en général quelle sera la division de cet angle, ou, ce qui est le même, la position de la direction commune. Voici comment Mr. Pitot

* V. les M. p. 429.

Pitot parvient géométriquement à cette détermination assez délicate.

Les deux Rivières ne prennent une direction commune qu'après avoir en quelque sorte combattu, & s'être mises en équilibre, de manière qu'il n'y aura plus de combat, & qu'elles suivront paisiblement le même cours, la ligne de la direction commune est l'axe de cet équilibre, puisqu'il se fait à ses deux côtés, & sur lui, comme sur une suite continue de points d'appui. Les deux forces des deux Rivières sont donc égales aux deux côtés de la ligne de direction commune, & il ne faut plus que les exprimer algébriquement. Ce sont l'une & l'autre les produits de trois quantités, 1° la masse d'eau de l'une ou de l'autre Rivière, 2° sa vitesse, 3° sa distance à l'axe de l'Equilibre, car cette distance est à considérer toutes les fois qu'il s'agit d'équilibre. Or ici l'axe d'Equilibre est la même ligne que la direction commune.

De ces trois quantités les deux 1res sont connues ou supposées connues. Reste la 3me que l'on tirera aisément d'une Equation algébrique. La distance de l'une des Rivières ou plutôt celle de son action sur l'axe d'Equilibre étant perpendiculaire à cet axe, ou à la ligne de la direction commune, ce sera aussi le Sinus de l'angle que fait avec cette direction la direction primitive de la Rivière. On aura donc l'une des deux parties de l'angle du Confluent divisé par la direction commune, & l'on aura en même tems l'autre partie.

Si les forces que les deux Rivières ont *par elles-mêmes*, c'est-à-dire, les produits des masses par les vitesses, sont des quantités égales, il est évident que la direction commune divise en deux moitiés égales l'angle du Confluent.

Pour prendre de tout ceci une idée encore plus nette, il sera bon de voir quelle sera la position de la direction commune par rapport aux directions particulières ou primitives, toujours dans la supposition de cette égalité des forces des Rivières, mais en y ajoutant celle de différens angles du Confluent.

Si cet angle est infiniment petit ou aigu, la direction commune sera infiniment inclinée, ou, ce qui est le même, parallèle aux deux directions particulières, ou même confondue avec elles.

Si l'angle du Confluent est droit, la direction commune fait un angle de 45 avec chacune des deux particulières.

Si l'angle du Confluent est infiniment obtus, c'est-à-dire, si les directions des deux Rivières ne font qu'une même ligne droite, si elles se rencontrent de front, on concevra ou qu'il ne se forme point de direction commune, ou que s'il y en a une, elle traversera les deux Rivières perpendiculairement à l'une & à l'autre des deux directions particulières.

Donc la direction ayant commencé dans le 1er des deux cas extrêmes par avoir la même position que les directions particulières, & finissant dans le 2d cas par en avoir

une

une la plus opposée à la leur qu'il soit possible, il faut que dans tous les cas moyens, à commencer par le 1er extrême, elle en ait une toujours plus différente, & en un mot d'autant plus différente que l'angle du Confluent sera plus grand.

Si l'on ne suppose plus l'égalité des forces naturelles des deux Rivières, il est clair en général que la direction commune n'aura plus la même position à l'égard des deux particulières, mais qu'elle se portera vers le côté le plus fort.

La direction commune des deux Rivières étant déterminée & connue, la vitesse commune qu'elles prendront ne l'est pas encore. Cette vitesse sera, comme dans tous les mouvemens composés, moindre que la somme des deux vitesses primitives, & voici comment Mr. Pitot le prouve. La vitesse des Rivières dépend uniquement de la pente du terrain où elles coulent. Que cette pente immédiatement après la jonction soit la même qu'elle étoit immédiatement auparavant, il y aura égalité entre la somme des deux masses d'eau multipliées chacune par la vitesse particulière qu'elle avoit avant la jonction, & la somme des mêmes deux masses multipliée par la vitesse commune qui sera après la jonction. De cette égalité exprimée algébriquement, on tire la valeur de la vitesse commune, moindre que la somme des deux particulières & primitives.

Cela paroit bien contraire à ce que nous avons dit en 1710 *, que l'*union de deux Ri-*

 vières

* p. 223.

vières les fait couler plus vite. Mais il n'étoit question alors que de causes Physiques particulières que nous ne considerons pas ici. Elles se combinent nécessairement avec le pur géométrique, & le dérangent souvent beaucoup.

Nous avons supposé pareillement que les Rivières se joignoient dès qu'elles se rencontroient. Il s'en faut bien que ce ne soit-là une vérité exacte. Mr. Pitot remarque que des Rivières peuvent faire jusqu'à 10 Lieues sans se mêler entièrement.

Mr le Chevalier de Pontis, Enseigne des Galères du Roi, a envoyé à l'Académie un Mémoire sur la Force des Cordes, où il rapporte un grand nombre d'expériences qu'il a imaginées & exécutées avec beaucoup de soin & d'adresse, & répétées plusieurs fois. Il en résulte la même conséquence que d'un Mémoire de Mr. de Reaumur dont nous avons parlé en 1711 *; parce que les Cordes sont tortillées, elles en ont moins de force. Mr. de Pontis s'est rencontré dans quelques raisonnemens avec Mr. de Reaumur, & en a ajouté de nouveaux à cette Théorie. On a cru qu'en la suivant avec le même ordre & la même justesse, il parviendroit à perfectionner la fabrique des Cordes, ce qui seroit d'une très grande utilité pour la Marine.

Nous

* p. 105, & suiv.

NOus renvoyons entièrement aux Mémoires

† L'Ecrit de Mr. Clairaut sur les Centres d'Oscillation dans des Milieux résistans.

ELOGE

DE Mr. BOERHAAVE.

HErman Boerhaave nâquit le dernier de Décembre 1668 à Voorhout près de Leyde, de Jaques Boerhaave, Pasteur de ce petit Village, & d'Agar Paalder. Sa famille étoit originaire de Flandre, anciennement établie à Leyde, & d'une fortune très médiocre. Dès l'âge de 5 ans, il perdit sa Mère, qui laissoit encore trois autres Enfans. Un an après le Père se remaria, & six nouveaux Enfans augmentèrent sa famille. Heureux les Païs où le luxe & des mœurs trop délicates n'en font point craindre le nombre! Il arriva encore une chose qui feroit assez rare dans d'autres Païs, & dans d'autres mœurs, la seconde femme devint la Mère commune de tous les Enfans de son Mari, également occupée de tous, tendrement aimée de tous.

Le

† V. les M. p. 227.

Le Père, & par un amour naturel, & par une économie nécessaire, étoit le Précepteur des Garçons aussi longtems qu'il pouvoit l'être. Il reconnut bientôt dans Herman des dispositions excellentes, & il le destina à remplir une place comme la sienne. Son ambition ne prenoit pas un plus grand vol. Il lui avoit déja appris à l'âge de 11 ans beaucoup de Latin, de Grec, de Belles-Lettres, & dans le même tems qu'il lui formoit l'esprit, il avoit soin de lui fortifier le corps par quelque exercice modéré d'Agriculture, car il falloit que la bonne éducation coutât peu.

Cependant vers l'âge de 14 ans le jeune Boerhave fût attaqué d'un Ulcère malin à la Cuisse gauche, il fut tourmenté pendant près de quatre ans & du mal & des remèdes, enfin après avoir épuisé tout l'art des Médecins & des Chirurgiens, il s'avisa de se faire de fréquentes fomentations avec de l'Urine où il avoit dissous du Sel, & il se guérit lui-même; présage, si l'on veut, de l'avenir qui l'attendoit.

Cette longue maladie ne nuisit presque pas au cours de ses Etudes. Il avoit par son gout naturel trop d'envie de savoir, & il en avoit trop de besoin par l'état de sa fortune. Il entra à 14 ans dans les Ecoles publiques de Leyde, il passoit rapidement d'une Classe dans une plus élevée, & par tout il enlevoit tous les Prix. Il n'avoit que 15 ans quand la mort de son Père le laissa sans secours, sans conseil, sans bien.

Quoique dans ses études il n'eût pour dernier

nier & principal objet que la Théologie, il s'étoit permis des écarts assez considérables vers une autre Science extrêmement différente, vers la Géométrie, qu'il auroit presque dû ne connoître que de nom. Peut-être certains Esprits faits pour le Vrai savent-ils par une espèce d'instinct, qu'il doit y avoir une Géométrie, qui sera quelque chose de bien satisfaisant pour eux, mais enfin Mr. Boerhaave se sentit forcé à s'y appliquer sans aucune autre raison que celle du charme invincible qui l'attiroit. Heureusement ce fut-là pour lui après la mort de son Pére une ressource qu'il n'avoit pas prévue. Il trouva moyen de subsister à Leyde, & d'y continuer ses études de Théologie en enseignant les Mathématiques à de jeunes gens de condition.

D'un autre côté la maladie dont il s'étoit guéri, lui fit faire des réflexions sur l'utilité de la Médecine, & il entreprit d'étudier les principaux Auteurs dans ce genre, à commencer par Hippocrate, pour qui il prit une admiration vive & passionnée. Il ne suivit point les Professeurs publics, il prit seulement quelques-unes des Leçons du fameux Drelincourt, mais il s'attacha aux Dissections publiques, & en fit souvent d'Animaux en son particulier. Il n'avoit besoin que d'apprendre des faits qui ne se devinent point, & qu'on ne sait qu'imparfaitement sur le rapport d'autrui; tout le reste, il se l'apprenoit lui-même en lisant.

Sa Théologie ne laissoit pas d'avancer, & cette Théologie, c'étoit le Grec, l'Hébreu, le Chaldéen, la Critique de l'Ancien & du

Nouveau Testament, les anciens Auteurs Ecclésiastiques, les Commentateurs modernes. Comme on le connoissoit capable de beaucoup de choses à la fois, on lui avoit conseillé d'allier la Médecine à la Théologie, & en effet il leur donnoit la même application, & se préparoit à pouvoir remplir en même tems les deux fonctions les plus indispensablement nécessaires à la Société.

Mais il faut avouer que quoiqu'également capable de toutes les deux, il n'y étoit pas également propre. Le fruit d'une vaste & profonde lecture dans les matières Théologiques avoit été de lui persuader que la Religion très simple au sortir, pour ainsi dire, de la bouche de Dieu, étoit présentement défigurée par de vaines, ou plutôt par de vitieuses subtilités philosophiques, qui n'avoient produit que des dissentions éternelles, & les plus fortes de toutes les haines. Il vouloit faire un Acte public sur cette Question, *Pourquoi le Christianisme prêché autrefois par des Ignorans, avoit fait tant de progrès, & en faisoit aujourdhui si peu, prêché par des Savans?* On voit assez où ce Sujet, qui n'avoit pas été pris au hazard, devoit le conduire, & quelle cruelle Satire du Ministère Ecclésiastique en général y étoit renfermée. Pouvoit-il avec une façon de penser si singulière exercer ce Ministère tel qu'il le trouvoit? Pouvoit-il espérer d'amener un seul de ses Collègues à son avis? N'étoit-il pas sûr d'une guerre générale déclarée contre lui, & d'une guerre Théologique?

Un pur accident, où il n'avoit rien à se re-

reprocher, se joignit apparemment à ces réflexions, & le détermina absolument à renoncer au Ministère, & à la Théologie. Il voyageoit dans une Barque, où il prit part à une conversation qui rouloit sur le Spinosisme. Un Inconnu plus orthodoxe qu'habile, attaqua si mal ce Systême que Mr. Boerhaave lui demanda s'il avoit lu Spinosa. Il fut obligé d'avouer que non, mais il ne pardonna pas à Mr. Boerhaave. Il n'y avoit rien de plus aisé que de donner pour un zèlé & ardent défenseur de Spinosa, celui qui demandoit seulement que l'on connût Spinosa quand on l'attaquoit; aussi le mauvais raisonneur de la Barque n'y manqua-t-il pas, le Public, non seulement très susceptible, mais avide de mauvaises impressions, le seconda bien, & en peu de tems Mr. Boerhaave fut déclaré Spinosiste. Ce Spinosiste cependant a été toute sa vie fort régulier à certaines pratiques de piété, par exemple, à ses Prières du matin & du soir. Il ne prononçoit jamais le nom de Dieu, même en matière de Physique, sans se découvrir la tête, respect qui, à la vérité, peut paroître petit, mais qu'un hipocrite n'auroit pas le front d'affecter.

Après son aventure, il se résolut à n'être desormais Théologien qu'autant qu'il le falloit pour être bon Chrétien, & il se donna entièrement à la Médecine. Il n'eût point de regret à la vie qu'il auroit menée, à ce zèle violent qu'il auroit fallu montrer pour des opinions fort douteuses, & qui ne méritoient que de la tolérance, à cet esprit de parti dont il auroit dû prendre quelques ap-

parences forcées, qui lui auroient coûté beaucoup, & peu réussi.

Il fut reçu Docteur en Médecine l'an 1693, âgé de 25 ans, & ne discontinua pas ses Leçons de Mathématique, dont il avoit besoin en attendant les Malades qui ne viennent pas si-tôt. Quand ils commencèrent à venir, il mit en Livres tout ce qu'il pouvoit épargner & ne se crut plus à son aise que parce qu'il étoit plus en état de se rendre habile dans sa Profession. Par la même raison qu'il se faisoit peu à peu une Bibliothèque, il se fit aussi un Laboratoire de Chimie, & quoiqu'il ne pût pas se donner un Jardin, il étudia beaucoup la Botanique.

Si l'on rassemble tout ce qui a été dit jusqu'ici, on sera sans doute étonné de la quantité de connoissances différentes qui s'amassoient dans une seule tête. Que seroit ce donc si nous ôsions dire qu'il embrassa jusqu'à la Jurisprudence, & à la Politique? Il y a des Esprits à qui tout ce qui peut être su convient, & qu'une grande facilité de compréhension, une mémoire heureuse, une lecture continuelle, mettent en état d'apprendre tout. Peut être ne feront-ils guère qu'apprendre, que savoir ce qui a été su par d'autres, mais ils sauront eux seuls ce qui a été su par un grand nombre d'autres séparément, & il ne leur arrivera pas, comme à ceux du caractère opposé, d'être d'un côté de grands Hommes, & de l'autre des Enfans.

Sa reputation augmentoit assez vite, & sa fortune fort lentement. Un Seigneur, qui étoit dans la plus intime faveur de Guillaume

me III, Roi d'Angleterre, le sollicita par de magnifiques promesses à venir s'établir chez lui à la Haye, mais le jeune Médecin craignoit pour sa liberté, quoique peut-être avec peu de raison, & il refusa courageusement. Les Lettres, les Sciences forment assez naturellement des Ames indépendantes, parce qu'elles modèrent beaucoup les desirs.

M. Boerhaave eut dès-lors trois Amis de grande considération, Mr. Jaques Trigland célèbre Professeur en Théologie, & Mrs Daniel Alphen, & Jean van den Berg, tous deux élevés aux prémières Magistratures, qu'ils exerçoient avec beaucoup d'honneur. Ils avoient presque deviné le mérite de Mr. Boerhaave, & ce fut pour eux une gloire dont ils eurent lieu dans la suite de se savoir bon gré, & pour lui un sujet de reconnoissance qu'il sentit toujours vivement. Mr. van den Berg lui proposa de songer à une place de Professeur en Médecine dans l'Université de Leyde, & l'effraya par cette proposition qu'il jugea aussitôt trop téméraire & trop ambitieuse pour lui, mais cet Ami habile & zèlé, qui se crut assez fort par son crédit, & encore plus par le Sujet pour qui il agiroit, entreprit l'affaire, & elle fut faite en 1702.

Devenu Professeur public, il fit encore chez lui des Cours particuliers, qui sont & plus instructifs, & plus fréquentés, & pour tout dire, plus utiles au Maître. Le succès de ses Leçons fut tel, que sur un bruit qui courut qu'il devoit passer ailleurs, les Curateurs de l'Université de Leyde lui augmentérent considérablement ses appointemens,

à condition qu'il ne les quitteroit point. Leur sage économie savoit calculer ce qu'il valoit à leur Ville par le grand nombre de ses Écoliers.

Les prémiers pas de sa fortune une fois faits, les suivans furent rapides. On lui donna encore deux places de Professeur, l'une en Botanique, l'autre en Chimie, & les honneurs, qui ne sont que des honneurs, comme les Rectorats, ne lui furent pas épargnés.

Ses fonctions multipliées autant qu'elles pouvoient l'être, attirèrent à Leyde un concours d'étrangers qui auroit presque suffi pour enrichir la Ville, & assurément les Magistrats ne se répentirent point d'avoir acheté cher l'assurance de posséder toujours un pareil Professeur. Tous les Etats de l'Europe lui fournissoient des Disciples, l'Allemagne principalement, & même d'Angleterre, toute fière qu'elle est, & avec justice, de l'état florissant où les Sciences sont chez elle. Quoique le lieu où il tenoit chez lui ses Cours particuliers de Médecine ou de Chimie fût assez grand, souvent pour plus de sureté on s'y faisoit garder une place, comme nous faisons ici aux Spectacles qui réussissent le plus.

Il n'est pas étonnant que dans les Siècles où les Etablissemens publics, destinés aux foibles Sciences d'alors, étoient fort rares, on se soit rendu de tous les Païs de l'Europe auprès d'un Docteur devenu célèbre, que quelquefois même on l'ait suivi jusque dans des Solitudes, lorsqu'il étoit chassé des Villes par la jalousie, & la rage de ses Rivaux. Mais au-

aujourd'hui que tout est plein de Collèges, d'Universités, d'Académies, de Maîtres particuliers, de Livres qui sont des Maîtres encore plus surs, quel besoin a-t-on de sortir de sa Patrie pour étudier en quelque genre que ce soit? Trouvera-t-on ailleurs un Maître si supérieur à ceux que l'on avoit chez soi? Sera-t-on suffisamment récompensé du voyage? Il n'est guère possible d'imaginer sur ce point d'autre cause que les talens rares & singuliers d'un Professeur.

Il ne sera point obligé à inventer des Systèmes nouveaux, mais il le sera à posséder parfaitement tout ce qui a été écrit sur sa Science, à porter de la lumière par-tout où les Auteurs originaux auront, selon leur coutume, laissé beaucoup d'obscurité, à rectifier leurs erreurs, toujours d'autant plus dangereuses, qu'ils sont plus estimables; enfin à refondre toute la Science, si on peut espérer, comme on le peut presque toujours, qu'elle sera plus aisée à saisir sous une forme nouvelle. C'est ce qu'a fait Mr. Boerhaave sur la Chimie, dans les deux Volumes in-4° qu'il en a donnés en 1732. Quoiqu'on l'eût déja tirée de ces ténèbres mistérieuses où elle se retranchoit anciennement, & d'où elle se portoit pour une Science unique, qui dédaignoit toute communication avec les autres, il sembloit qu'elle ne se rangeoit pas bien encore sous les loix générales de la Physique, & qu'elle prétendoit conserver quelques droits & quelques privilèges particuliers. Mais Mr. Boerhaave l'a réduite à n'être qu'une simple Physique, claire, & intelligible. Il a rassemblé

blé toutes les lumières acquises depuis un tems, & qui étoient confusément répandues en mille endroits différens, & il en a fait, pour ainsi dire, une Illumination bien ordonnée, qui offre à l'Esprit un magnifique Spectacle.

Il faut avouer cependant que dans cette Physique ou Chimie si pure, & si lumineuse, il y admet l'Attraction, & pour agir avec plus de franchise que l'on ne fait assez souvent sur cette matière, il reconnoît bien formellement que cette Attraction n'est point du tout un principe Méchanique. Peut-être la croiroit-on plus supportable en Chimie qu'en Astronomie, à cause de ces mouvemens subits, violens, impétue [illegible] ..mmuns dans les opérations Chimique [illegible] s en quelque occasion que ce soit, aur [illegible] -on dit quelque chose, quand on aura prononcé le mot d'Attraction ? On l'accuse d'avoir mis dans cet Ouvrage, des opérations qu'il n'a pas faites lui-même, & dont il s'est trop fié à ses Artistes.

Outre les qualités essentielles aux grands Professeurs, Mr. Boerhaave avoit encore celles qui les rendent aimables à leurs Disciples. Ordinairement on leur jette à la tête une certaine quantité de savoir, sans se mettre aucunement en peine de ce qui en arrivera. On fait son devoir avec eux précisément & séchement, & on est pressé d'avoir fait. Pour lui, il leur faisoit sentir une envie sincère de les instruire, non seulement il étoit très exact à leur donner tout le tems promis, mais il ne profitoit point des accidens, qui auroient pu légi-

légitimement lui épargner quelque Leçon, il ne manquoit point de la remplacer par une autre. Il s'étudioit à reconnoître les talens, il les encourageoit, les aidoit par des attentions particulières.

Il faisoit plus; si ses Disciples tomboient malades il étoit leur Médecin, & il les préféroit sans hésiter aux pratiques les plus brillantes, & les plus utiles. Il regardoit ceux qu'il avoit à instruire comme ses Enfans adoptifs à qui il devoit son secours, & en les traitant il les instruisoit encore plus efficacement que jamais.

Il avoit trois Chaires de Professeur, & les remplissoit toutes trois de la même manière. Il publia en 1707, ses *Institutiones Medicæ*, & en 1708, ses *Aphorismi de cognoscendis & curandis Morbis*. Nous ne parlons que des premières Editions, qui ont toujours été suivies de plusieurs autres. Ces deux Ouvrages, & principalement les Institutions, sont fort estimés de ceux qui sont en droit d'en juger; il s'y propose d'imiter Hippocrate. A son exemple, il ne se fonde jamais que sur l'Expérience bien avérée, & laisse à part tous les Systêmes qui peuvent n'être que d'ingénieuses productions de l'Esprit humain, désavouées par la Nature. Cette sagesse est encore plus estimable aujourdhui que du tems d'Hippocrate où les Systêmes n'étoient ni en aussi grand nombre, ni aussi séduisans. L'imitation d'Hippocrate paroît encore dans le stile serré & nerveux de ses Ouvrages. Ce ne sont en quelque sorte que des germes de Vérités extrêmement réduites en petit, & qu'il faut é-

tendre

ſes louanges. Chacune des trois fonctions fourniſſoit un flot qui partoit, & cela ſe renouvelloit d'année en année. Ceux qui étoient revenus de Leyde y en envoyoient d'autres, & ſouvent en plus grand nombre. On ne peut imaginer de moyen plus propre à former promptement la réputation d'un Particulier, & à l'étendre de toutes parts. Les meilleurs Livres ſont bien lents en comparaiſon.

Un grand Profeſſeur en Médecine & un grand Médecin peuvent être deux hommes différens, tant il eſt arrêté à l'égard de la Nature humaine, que les choſes qui paroiſſent les plus liées par elles-mêmes, y pourront être ſéparées. Mr. Boerhaave fut ces deux hommes à la fois. Il avoit ſur-tout le *Pronoſtic* admirable, & pour ne parler ici que par faits, il attira à Leyde, outre la foule des Etudians, une autre foule preſque auſſi nombreuſe de ceux qui venoient de toutes parts le conſulter ſur des Maladies ſingulières rébelles à la Médecine commune, & quelquefois même par un excès de confiance ſur des Maux ou incurables, ou qui n'étoient pas dignes du voyage. J'ai ouï dire que le Pape Benoît XIII le fit conſulter.

Après cela on ne ſera pas ſurpris que des Souverains qui ſe trouvoient en Hollande, tels que le Czar Pierre I, & le Duc de Lorraine, aujourdhui Grand Duc de Toſcane, l'ayent honoré de leurs viſites. Dans ces occaſions c'eſt le Public qui entraine ſes Maîtres, & les force à ſe joindre à lui.

En 1731 l'Académie des Sciences choiſit Mr. Boerhaave pour être l'un de ſes Aſſo-

ciés

ciés Etrangers, & quelque tems après il fut aussi Membre de la Société Royale de Londres. Nous pourrions peut-être nous glorifier un peu de l'avoir prévenue, quoique la France eût moins de liaison avec lui que l'Angleterre.

Il se partagea également entre les deux Compagnies, en envoyant à chacune la moitié de la Rélation d'un grand travail * suivi nuit & jour & sans interruption pendant 15 ans entiers sur un même feu, d'où il résultoit que le Mercure étoit incapable de recevoir aucune vraye altération, ni par conséquent de se changer en aucun autre Métal. Cette opération ne convenoit qu'à un Chimiste & fort intelligent & fort patient, & en même tems fort aisé. Il ne plaignit pas la dépense, pour empêcher, s'il est possible, celles où l'on est si souvent & si malheureusement engagé par les Alchimistes.

Sa vie étoit extrêmement laborieuse, & son tempérament, quoique fort & robuste, y succomba. Il ne laissoit pas de faire de l'exercice, soit à pied, soit à cheval, & quand il ne pouvoit sortir de chez lui, il jouoit de la Guitarre, divertissement plus propre que tout autre à succéder aux occupations sérieuses & tristes, mais qui demande une certaine douceur d'ame que les gens livrés à ces sortes d'occupations n'ont pas ou ne conservent pas toujours. Il eut trois grandes & cruelles maladies, l'une en 1722, l'autre en 1727, & enfin la dernière qui l'emporta le 23 Septembre 1738.

Mr.

* V. l'Hist. de 1734, p. 74, & suiv.

Mr. Schultens, qui le vit en particulier trois semaines avant sa mort, atteste qu'il le trouva au milieu de ses mortelles souffrances dans tous les sentimens non-seulement de soumission, mais d'amour pour tout ce qui lui venoit de la main de Dieu. Avec un pareil fond il est aisé de juger que ses mœurs avoient toujours été très pures. Il se mettoit volontiers en la place des autres, ce qui produit l'équité & l'indulgence, & il mettoit volontiers aussi les autres en sa place, ce qui prévient ou réprime l'orgueil. Il désarmoit la medisance & la Satire en les négligeant, il en comparoit les traits à ces Etincelles qui s'élancent d'un grand feu, & s'éteignent aussitôt quand on ne souffle par dessus.

Il a laissé un bien très considérable, & dont on est surpris quand on songe qu'il n'a été aquis que par les moyens les plus légitimes. Il s'agit peut-être de près de deux Millions de Florins, c'est-à-dire, de quatre Millions de notre Monnoye. Et qu'auroient pu faire de mieux ceux qui n'ont jamais rejetté aucun moyen, & qui sont partis du même point que lui? Il a joui longtems de trois Chaires de Professeur, tous ses Cours particuliers produisoient beaucoup, les consultations qui lui venoient de toutes parts étoient payées sans qu'il l'éxigeât, & sur le pié de l'importance des personnes dont elles venoient, & sur celui de sa réputation; d'ailleurs la vie simple dont il avoit pris l'habitude, & qu'il ne pouvoit ni ne devoit quitter, nul gout pour des dépenses de vanité & d'ostentation, nulle fantasie, ce sont encore là de grands fonds

fonds, & tout cela mis ensemble, on voit qu'il n'y a pas eu de sa faute à devenir si riche. Ordinairement les hommes ont une fortune proportionnée, non à leurs vastes & insatiables desirs, mais à leur médiocre mérite, Mr. Boerhaave en a eu une proportionnée à son grand mérite, & non à ses desirs très modérés. Il a laissé une Fille unique héritière de tout ce grand bien.



ME-

MEMOIRES
DE
MATHEMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE,

TIRÉS DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences,

De l'Année M. DCCXXXVIII.



TROISIEME PARTIE,
DES RECHERCHES
PHYSICO-MATHEMATIQUES,
SUR LA REFLEXION DES CORPS.

Par Mr. DE MAIRAN*.

JE dois demander grace au Public sur ce que je remplis si tard mes engagemens. J'avois promis, en finissant ce que je donnai de ces Recherches en 1723, que j'en ferois bientôt l'application aux différens dégrés de réfrangibilité de la Lumière, & voilà plusieurs an-

* 17 Décemb. 1738.

années qui se sont passées, sans que j'aie tenu ma promesse. A l'égard de l'Académie, j'espère qu'elle m'excusera aisément. On sait assez dans cette Compagnie, que quoiqu'elle suive constamment le plan des occupations qu'elle s'est fait, il n'en peut pas être toujours de même de ses membres, dans celles qu'ils s'étoient prescrites. De nouvelles questions que les progrès des Sciences y font naître, des ordres de la Cour pour en éclaircir quelques autres, & différens points de Théorie ou de Pratique sur lesquels on lui fait l'honneur de la consulter de toutes parts, nous contraignent souvent d'abandonner pour un tems l'objet actuel de notre travail, & de nous attacher à un autre qui n'y a quelquefois aucun rapport.

J'avoue aussi qu'ayant envisagé de plus près la matière que j'ai à traiter, j'y trouvai des difficultés, & de nouveaux sujets de détail, qui m'empêchèrent d'achever, & de lire à l'Académie ce que j'en avois déja mis par écrit, & qui fait la plus grande partie de ce que je donnerai aujourdhui. Ces difficultés rouloient sur le Systême de la Lumière & des Couleurs de Mr. *Newton*, que j'avois toujours eu en vue, quant à sa partie expérimentale & de fait, & qui à cet égard me paroît de plus en plus conforme à la Nature. Cependant la plupart de ces difficultés ont été levées depuis, ou ne sont plus guère en état de faire impression, par la faveur que ce systême a aquise dans l'esprit de presque tous les Physiciens de l'Europe. Telles sont, par exemple, celles qu'on trouve dans le

Livre

Livre de Mr. *Rizzetti*, *De Luminis affectionibus*. J'ai parmi mes Papiers, une Lettre manuscrite de cet Auteur, qui fut, comme je crois, envoyée à l'Académie dans le tems même que j'y lisois ces Mémoires, c'est-à-dire, en 1722, ou 23, & qui contient plusieurs objections contre la Théorie de Mr. *Newton*. Cette Lettre fut imprimée ensuite dans les Actes de Leipsick, année 1724, & accompagnée des Réponses de Mr. *Richter*. Enfin le Livre de Mr. *Rizzetti* ayant paru en 1727; Mr. *Desaguliers* y répondit l'année suivante, après avoir fait devant plusieurs Membres de la Société Royale de Londres, & devant plusieurs autres Savans de différentes Nations, toutes les expériences nécessaires à la justification de la Théorie Newtonienne.

On a cru aussi infirmer la Théorie des différens dégrés de réfrangibilité des rayons colorés de la Lumière, par les différentes couleurs que l'on remarque dans la lumière foible & réfléchie de certains objets éclairés, & vus en partie dans l'ombre; en ce que ces couleurs y semblent naître du simple mélange de l'ombre & de la lumière. Mais outre que ces sortes de phénomènes me paroissent très équivoques, étant quelquefois différemment apperçus par les mêmes, ou par différens observateurs, ils ne tiennent, ce me semble, qu'à des singularités, ou à de petites branches de la Théorie immense des Couleurs, & je ne crois pas y devoir faire attention dans des Recherches où je ne prétends m'attacher qu'au gros du Systême. Car je

je penſe, que lorſqu'il s'agit d'une queſtion auſſi étendue que celle-ci, & qui embraſſe un ſi prodigieux nombre de faits, on ne doit conſidérer d'abord que ceux qui ſont les plus apparens & les plus certains, & où la propriété qu'on veut conſtater, ou combattre, ſe montre, pour ainſi dire, par ſes plus grands côtés, ſans ſe mettre en peine des acceſſoires, & de mille circonſtances particulières qui la compliquent toujours. Ce n'eſt pas auſſi ſur de ſemblables expériences, d'une lumière mêlée d'ombres, que Mr. *Newton* a établi la différente réfrangibilité des rayons colorés; mais ſur celles qui réſultent de la lumière la plus brillante du Soleil, & principalement d'après cette lumière rompue à travers le Priſme.

Je voulois encore entrer dans le détail de l'analogie du Son & de la Lumière, des Tons de Muſique, & des Couleurs Priſmatiques. Mais c'eſt ce que j'ai déja fait dans le Diſcours accompagné d'Eclairciſſemens, que je lus l'année dernière à l'Académie, *ſur la Propagation du Son dans ſes différens Tons*, où cette analogie ne trouve pas moins bien ſa place qu'elle auroit fait ici; & je n'aurai que peu de choſe à y ajouter.

Voilà donc mon travail fort abrégé par toutes ces avances, ſur des matières dont je redoutois peut-être un peu trop la diſcuſſion. Auſſi ferai-je beaucoup plus court à pluſieurs égards, que je n'avois eſpéré pouvoir l'être, n'ayant ſouvent qu'à indiquer les principes poſés dans les Mémoires de

1722 & 23, pour en faire l'application au sujet de celui-ci.

Mais des difficultés que l'on m'a faites depuis, & auxquelles je n'avois pas cru devoir m'attendre, demanderont quelque examen. En voici une des plus importantes. Ces mêmes principes que j'ai employés, qui sont purement méchaniques, & qu'on ne peut refuser d'admettre pour tout ce qui se passe sous nos yeux dans les corps grossiers, ont paru insuffisans à quelques personnes, qui jugent la Réfléxion & la Réfraction de la Lumière inexplicables par le Méchanisme, & croyent qu'elle dépend absolument d'une répulsion & d'une attraction de la part du corps réfléchissant, ou rompant, qui ne sauroient être réduites aux loix de la Méchanique ordinaire. En un mot, on m'a opposé l'Attraction aujourdhui proprement dite, prétendue essentielle & inhérente à la matière.

Sur quoi je prierai d'abord le Lecteur de considérer; Que soit que le principe méchanique de l'impulsion & du choc des corps se trouve ou ne se trouve pas suffisant pour expliquer la cause primitive & prochaine des effets de la Nature, ce qu'il y a de fondamental & d'essentiel dans mes Recherches sur la Réfléxion & la Réfraction des corps en général, & en particulier de la Lumière, n'en subsiste pas moins dans toute sa force: mon principal but n'ayant été que d'expliquer des effets secondaires, mathématiquement, & par le calcul, comme l'indique assez le titre de mon ouvrage, & comme je l'ai dit en plus d'un endroit. Ces Mémoires ont été com-

posés dans la vue de n'y adopter par nécessité aucun Systême de Physique sur la Lumière: j'ai voulu seulement ne m'y écarter jamais de l'idée claire du Méchanisme; de manière que l'hypothèse des *vibrations de pression*, & celles qui s'y rapportent, celle de l'*émission* des corpuscules lumineux, & même l'*attraction*, entant qu'expérimentale, ou effet extérieur d'une cause quelconque, s'y trouvassent renfermées par des Formules uniquement rélatives à cet effet. Ainsi le plan mobile dans la Réfraction, telle que je la considère, la ramène entièrement à l'idée simple de la Réfléxion; la force perpendiculaire qui agit contre ce plan, ou qui décompose le mouvement oblique du globule poussé contre lui, y répréſente, ou le transport actuel du globule en ce sens, ou sa simple tendance, ou l'attraction du nouveau milieu, laquelle ne doit être considérée, selon l'hypothèse, qu'à l'instant du passage, la surface de ce nouveau milieu, plus ou moins résistant, devant produire un effet analogue à ce qui se passe sur le plan fictice. Il n'est plus question après cela de ce qui arrive au globule, ou à la file comprimée de plusieurs globules, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un milieu différent. Car on convient dans toutes ces hypothèses, que le mouvement de la lumière y doit être regardé comme uniforme, vu la vitesse de ce mouvement, ou la promptitude des vibrations, ou la tendance presque infinie de la lumière. Et si dans les Remarques dont j'ai accompagné mes Propositions, & leurs Corollaires, j'ai

j'ai touché quelques points de Physique, sur la contexture des corps diaphanes, sur les fluides qui peuvent remplir leurs pores, ou environner toutes leurs parcelles, comme autant de petites atmosphères, dont mille phénomènes nous assurent l'existence; si j'y rappelle quelquefois l'histoire de nos progrès dans toutes ces connoissances, ce sont des hors-d'œuvres dont on peut se passer. En un mot je n'ai prétendu donner, à la rigueur, que la Théorie Physico-Mathématique de la Réflexion des corps, avec ses principaux accidens, & réduite au Méchanisme intelligible & connu.

Je dois encore avertir, que quand il s'agit de chercher la cause physique des phénomènes de la Lumière, on ne sauroit faire trop d'attention à ce qui a été dit (An. 1723) dans l'*Art.LXII*, *Rem.* 12, *p.* 529, *& suiv.* de mon second Mémoire, sur la perméabilité plus ou moins grande des milieux, par rapport à la Lumière. Car malgré toutes les précautions que j'avois prises sur ce sujet, on m'a fait quelques objections qui semblent supposer, que la lumière traverse les corps diaphanes, en brisant leur tissu, ou en écartant çà & là leurs parties propres; puisque l'on en conclut, comme faisoit Mr. *de Fermat* dans sa dispute avec *Descartes*, que si le méchanisme que j'ai employé, avoit lieu dans la transmission de la lumière, elle devroit s'écarter de la perpendiculaire à la rencontre du milieu plus dense, ce qui est manifestement contraire au fait. On ne songe point que la lumière ne peut se mouvoir, si

elle se meut réellement par un mouvement de projectile ou de transport, que dans les intervalles vuides, ou non vuides, qui sont semés entre les parties propres du corps réfringent, & dont la somme ou la grandeur doit, selon Mr. *Newton* même, surpasser presque infiniment l'espace que les parties propres occupent, eu égard au volume extérieur & apparent du corps. Je ne saurois donc trop le répéter, la densité alléguée n'est rélative qu'à la quantité de matière propre, qui se manifeste à nous par le poids, & que nous ne connoissons que par le poids, & ne conclut rien du tout par rapport à la densité, ou à la perméabilité plus ou moins grande du fluide renfermé dans les intervalles, qui font le sujet immédiat de la transmission de la lumière. Et si l'on attribue, avec Mr. *Perrault* *, la transmission de la lumière aux vibrations particulières qu'elle peut exciter sur le corps diaphane & réfringent, & qui se communiqueront au fluide répandu dans ses pores, & de-là au dehors, comme les vibrations ou les frémissemens des parties insensibles du corps sonore se communiquent à l'air pour y produire le son, une pareille hypothèse ne changera rien encore à ma Théorie; parce que la promptitude de ces vibrations peut être, & paroît même devoir être plus grande dans le corps appellé *plus dense*, que dans celui qu'on appelle *plus rare*.

Enfin

* Voy. *Essais de Physiq. de Mr.* Perrault *sur la Transparence des corps*, t. 4. p. 237.

Enfin, puisque j'en ai assez dit dans les Mémoires qui précèdent celui-ci, & dans ce préliminaire, pour faire juger que je ne crois pas qu'on doive recourir à d'autres hypothèses, en expliquant les effets de la lumière, qu'à celles qui sont fondées sur le Méchanisme, & combien en même tems je suis peu disposé à admettre le Systême de l'Attraction innée, je ne finirai pas ces Recherches sans dire plus particulièrement ce que je pense de ce systême, entant qu'applicable à la Réfraction, & sans montrer, comme je l'espère, que tout gratuit qu'il est, & quelque commode qu'il paroisse, il souffre pour le moins autant de difficulté que ceux auxquels on a voulu le substituer.

Mais en attendant, on s'éloigneroit beaucoup de mes intentions, si l'on prenoit ce que je donne ou ce que je donnerai sur la Lumière & les Couleurs, pour une Critique indirecte de la doctrine de Mr. *Newton* sur ce sujet. On doit plutôt le regarder comme une espèce de Commentaire sur la partie la plus essentielle de son Optique, sur ses expériences, & sur les inductions physico-mathématiques qu'il en faut tirer. Car bien des personnes refusent d'admettre ou d'examiner ces expériences & ces inductions, seulement parce que Mr. *Newton*, ou quelques-uns de ses disciples nous les ont données comme la suite ou la preuve de cette même attraction dont je viens de parler. Or qu'y a-t-il de plus utile dans ces circonstances, & pour la vérité, que je me flatte de chercher sans aucun esprit de parti, & pour ramener

à cet égard les plus zélés partisans de *Descartes*, que de leur faire voir que ces découvertes, qu'ils s'obstinent à rejetter, ou à combattre, n'ont rien en soi qui ne s'accorde parfaitement avec le Méchanisme, & avec les plus solides, & les plus rigoureux principes de la Philosophie Cartésienne.

Je reprendrai les numero des Articles & des Figures où je les ai quittés dans le Volume de 1723, en les marquant, & en les citant tout de suite dans cette troisième Partie, comme ne faisant qu'un seul & même ouvrage avec les deux précédentes. Les Mémoires de 1722, *page* 7, &c. contiennent les 34 prémiers Articles, depuis I jusqu'à XXXIV, inclusivement, & les 13 prémières Figures; les Mém. de 7723, *p.* 489, &c. contiennent les 34 Articles suivans, depuis XXXV, jusqu'à LXVIII, & les Figures 14, 15, 16, 17 & 18. Tout ce qui suit, Art. LXIX, jusqu'au CXVIII, & Fig. 19, jusqu'à la 31me inclusivement, sera contenu dans ce Volume.

J'ai rassemblé dans un *Errata*, que l'on trouvera à la fin de ce même Volume, toutes les fautes d'impression que j'avois ci-devant apperçues dans les deux Mémoires de 1722 & 1723, & celles que j'ai pu y appercevoir dans la dernière lecture que j'en ai faite.

DE

DE LA REFRACTION PARTICULIERE, OU

Des différens dégrés de Réfrangibilité de la Lumière, & de ses Couleurs.

LXIX. Il ne sauroit arriver de changement dans un effet, sans qu'il n'y soit survenu quelque nouvelle cause. Un mobile qui viendra frapper plusieurs fois de la même manière la surface d'un milieu différent de celui qu'il quitte, mais toujours le même, s'y réfléchira, ou s'y rompra toujours de la même manière, sous le même angle, & avec la même force. C'est la même chose, si plusieurs mobiles égaux viennent frapper de la même manière le nouveau milieu: il ne sauroit y avoir de différence dans leur Réfléxion, ou dans leur Réfraction; le même angle d'incidence doit toujours produire en eux le même angle de Réfléxion, ou de Réfraction.

Au contraire si des mobiles, qui diffèrent entre eux par leurs mouvemens, ou par quelque modification particulière, viennent frapper la surface du nouveau milieu, il est évident que leur Réfléxion, ou leur Réfraction pourra être différente, & se faire sous divers angles, quoique leur incidence soit la même.

Ce principe, & son inverse sont si clairs, & l'application s'en fait si naturellement au

sujet propre de la lumière, qu'il seroit inutile de s'y arrêter davantage. Tout rayon sensible de lumière se divise, en passant obliquement d'un milieu dans un autre, ses parties deviennent divergentes de parallèles qu'elles étoient, en un mot elles se rompent sous différens angles, & elles excitent sur l'organe de la vue des ébranlemens différens, puisqu'ils répondent aux sensations de différentes couleurs. Il faut donc conclure, que *les parties qui composent un rayon de lumière ne sont pas homogènes, ou ne se trouvent pas dans les mêmes circonstances au moment de leur passage d'un milieu dans un autre.*

LXX. Je conçois que la Refléxion, & la Réfraction peuvent changer par les *différentes figures* du mobile, par ses *différentes positions*, eu égard au plan ou à la surface du nouveau milieu à l'instant du choc; par sa *masse* & sa *différente grosseur*, par ses *divers mouvemens curvilignes*, ou *rectilignes* mêlés de *rotation*; & par ses *différentes vitesses*.

Sur la différente figure des corpuscules de la Lumière.

LXXI. Les changemens qui peuvent arriver à la Réfraction par les différentes figures du mobile, & par les différentes positions que ces figures y occasionnent sur le plan réfringent, dans l'instant de la rencontre, ne sauroient rien avoir de constant, & de régulier, ni qui puisse nous être utile pour l'explication des phénomènes de la Lumière à cet égard. C'est pourquoi nous nous

con-

contenterons de ce qui en a été dit dans la prémière Partie, en parlant de la Réfléxion des Polièdres, *Art. XXIX, XXX, XXXI, & XXXII.* Les circonstances du plan mobile, ou de la surperficie pénétrable d'un nouveau milieu, qui caractérisent la Réfraction, y peuvent être aisément suppléées par le Lecteur. Car nous tirerons des mêmes principes, & de ce qu'il y a de constant dans la Réfraction de la Lumière, la même conséquence que nous avons tirée de la régularité de sa Réfléxion, savoir, qu'elle ne peut consister qu'en des globules ou parties sphériques, toute autre figure étant insuffisante à produire ce que nous voyons qui lui arrive constamment, *Art. XXXIII. & XXXIV.*

LXXII. *Remarque* 15. Cette conséquence, & ce qui a été démontré dans les articles cités, n'a lieu cependant, qu'autant que l'on y suppose les globules ou les files de globules qui composent un rayon sensible de lumière, comme isolés & séparés l'un de l'autre par quelque intervalle. Car si toutes les parties du rayon se touchoient, & s'entr'appuyoient latéralement dans le cours de leur propagation, & à la rencontre du plan réfléchissant, ou rompant, en un mot, si le rayon de lumière n'étoit qu'un fluide massif, & tel qu'un cylindre d'eau renfermé dans un tube, comme quelques personnes m'ont paru l'imaginer, j'avoue que la figure des parties, soit sphérique, soit polièdre, n'y produiroit pas la même différence, & qu'il y auroit beaucoup à changer dans les in-

ductions que j'en ai tirées. Mais c'est là à mon avis une grande erreur.

La Lumière est vraisemblablement de tous les corps que nous connoissons le plus rare, & dont les parties rélativement à leur grosseur sont à une plus grande distance les unes des autres. Un peu d'attention suffit pour s'en convaincre. La lumière n'agit que par radiation, c'est-à-dire, en partant d'un centre, qui est le point lumineux, d'où elle s'étend en divergence. Or les parties divergentes ne se touchent pas, & elles s'écartent d'autant plus les unes des autres, qu'elles sont plus loin de leur centre commun ou de leur origine. Soient, par exemple, deux files de globules, ou, pour plus de simplicité, deux globules, qui étant imaginés comme contigus & se touchans au centre du Soleil, s'écartent ensuite l'un de l'autre jusqu'à sa surface, c'est-à-dire, dans le cours de 150, 000 lieues, seulement de la quantité d'un de leurs diamètres. Ces deux globules parvenus à la Terre d'un mouvement égal, se trouveront donc à 200 de leurs diamètres de distance l'un de l'autre, puisque la Terre est environ 200 demi-diamètres du Soleil; & s'ils vont jusqu'à la Planète de Saturne, ils y seront près de 10 fois plus écartés, ou de 2000 fois la longueur de leur diamètre. Enfin si l'on suppose, comme il est de fait, qu'ils sont repoussés de Saturne jusqu'à nous, & centralement par rapport à son globe, dont le diamètre vaut à peu-près un 10me de celui du Soleil, on trouvera leur distance de 4, 000, 000 de leurs diamètres.

L'in-

L'inverse de cette idée ou la convergence des rayons lumineux, que l'on se procure par le moyen du Miroir ardent, ne prouve pas moins la prodigieuse rareté de la lumière; car toute réunion suppose une séparation antérieure. Et comme il est à croire que cette réunion artificielle est bien imparfaite, en comparaison de celle qui est possible dans la nature, nous pouvons présumer aussi, que les intervalles qu'elle nous indique entre les particules de la lumière, quelque grands qu'ils nous paroissent, sont beaucoup moindres que ceux qui existent en effet.

L'exception forcée d'une matière crépée & filamenteuse, ou d'un amas de vessies capables de se dilater à l'infini, sans cesser de se toucher, & de s'appuyer réciproquement les unes sur les autres, se détruit par la propriété incontestable qu'a la lumière de ne se transmettre qu'en ligne droite, & jamais par des tuyaux recourbés, comme fait le son & comme elle feroit, si son sujet propre étoit de même nature que celui du Son.

Mais rien n'est plus capable de montrer, & la petitesse & la rareté presque infinies des globules de la lumière, que la décussation ou le croisement qui se fait des rayons qui en résultent, à un trou d'un vintième de ligne, par exemple, & qui n'empêche pas que l'œil n'apperçoive à travers, & sans confusion, tous les objets, & toutes les couleurs réfléchies d'une vaste campagne. Le croisement est cependant incontestable, puisque ces mêmes objets reçus sur un papier blanc, dans une chambre obscure, à quelque

que diſtance du trou, s'y peignent renverſés en tous ſens, & avec leurs vrayes couleurs.

Les couleurs directes de la lumière rompue à travers le Priſme, ne ſouffrent pas plus d'altération en venant à ſe croiſer les unes les autres. Si l'on reçoit deux rayons Solaires dans la chambre obſcure, ſur deux Priſmes ajuſtés à quelque diſtance l'un au-deſſus de l'autre, & dont les angles réfringens ſoient tournés en ſens contraire, l'un en bas, l'autre en haut, & qu'on faſſe croiſer les rayons rompus & colorés qui en ſortent, il en réſultera à l'endroit de ce croiſement ou de cette décuſſation une imagine Solaire oblongue, compoſée, & toute troublée par rapport à ſes couleurs; parce que le violet, par exemple, de l'un des deux Spectres s'y mêle avec le rouge, l'orangé, & une partie du jaune de l'autre, réciproquement, & que le verd de l'un y porte ſur le bleu céleſte de l'autre, &c. Mais ſi l'on reçoit les deux Spectres au de-là du point de décuſſation, ils s'y peindront à l'ordinaire, & ſéparément, ſans aucun veſtige de ce mêlange de leurs couleurs, comme ſi chacun avoit été ſeul, ſi ce n'eſt peut-être que leur vivacité ſera un peu diminuée par la double lumière qui a été introduite dans la chambre.

Je conclus donc de tout ce qui vient d'être dit à la ſuite des articles cités, que j'ai pu, & dû raiſonner d'un rayon de lumière qui ſe réfléchit, ou qui ſe rompt à la rencontre d'un nouveau milieu ou d'un plan quelconque, comme d'un compoſé de globules

bules ou petites Sphères séparées, & à peu-près comme on pourroit faire à l'égard de quelques balles de mousquet, qui viendroient frapper une grande table, ou la surface de l'eau d'un bassin.

Sur la différente masse ou grosseur des Globules de la Lumière.

LXXIII. Quant à la masse & à la grosseur différente du mobile, c'est-à-dire, comme nous l'entendrons toujours à l'avenir, de la Sphère choquante, par rapport à un même plan, il n'en peut naître que les variations déja expliquées dans l'*Article XLIV*, à l'égard d'une même Sphère, qui rencontreroit des plans mobiles de différente masse, cela étant tout-à-fait réciproque. La grosseur ou la masse différente de la Sphère ne changera donc rien à la Réfraction, tant que la masse du plan mobile qu'elle rencontre, conservera le même rapport avec elle. Et c'est ainsi qu'il faut toujours le concevoir, dès qu'on ramene cette idée au Physique, au Plan pénétrable, ou au nouveau milieu. Car quelle que soit la grosseur de la Sphère qui vient déplacer dans ce nouveau milieu une quantité de matière égale à son volume, cette quantité aura toujours le même rapport de masse avec elle.

LXXIV. *Corol.* 32. D'où il suit, que *la différente masse ou grosseur des globules de la lumière, indépendemment de toute autre circonstance, ne sauroient produire les différens dégrés de réfrangibilité que nous remarquons dans les parties qui composent un de ses rayons sensibles.*

Sur

que diſtance du trou, s'y peignent renverſés en tous ſens, & avec leurs vrayes couleurs.

Les couleurs directes de la lumière rompue à travers le Priſme, ne ſouffrent pas plus d'altération en venant à ſe croiſer les unes les autres. Si l'on reçoit deux rayons Solaires dans la chambre obſcure, ſur deux Priſmes ajuſtés à quelque diſtance l'un au-deſſus de l'autre, & dont les angles réfringens ſoient tournés en ſens contraire, l'un en bas, l'autre en haut, & qu'on faſſe croiſer les rayons rompus & colorés qui en ſortent, il en réſultera à l'endroit de ce croiſement ou de cette décuſſation une imagine Solaire oblongue, compoſée, & toute troublée par rapport à ſes couleurs; parce que le violet, par exemple, de l'un des deux Spectres s'y mêle avec le rouge, l'orangé, & une partie du jaune de l'autre, réciproquement, & que le verd de l'un y porte ſur le bleu céleſte de l'autre, &c. Mais ſi l'on reçoit les deux Spectres au de-là du point de décuſſation, ils s'y peindront à l'ordinaire, & ſéparément, ſans aucun veſtige de ce mêlange de leurs couleurs, comme ſi chacun avoit été ſeul, ſi ce n'eſt peut-être que leur vivacité ſera un peu diminuée par la double lumière qui a été introduite dans la chambre.

Je conclus donc de tout ce qui vient [illegible] dit à la ſuite des articles [illegible] pu, & dû [illegible] qui [illegible]

bules ou petites Sphères séparées, & à peu-près comme on pourroit faire à l'égard de quelques balles de mousquet, qui viendroient frapper une grande table, ou la surface de l'eau d'un bassin.

Sur la différente masse ou grosseur des Globules de la Lumière.

LXXIII. Quant à la masse & à la grosseur différente du mobile, c'est-à-dire, comme nous l'entendrons toujours à l'avenir, de la Sphère choquante, par rapport à un même plan, il n'en peut naître que les variations déja expliquées dans l'*Article XLIV*, à l'égard d'une même Sphère, qui rencontreroit des plans mobiles de différente masse, cela étant tout-à-fait réciproque. La grosseur ou la masse différente de la Sphère ne changera donc rien à la Réfraction, tant que la masse du plan mobile qu'elle rencontre, conservera le même rappor[illegible] elle. Et c'est ainsi qu'il faut toujours le [illegible], dès qu'on ramene cette idée au P[illegible] Plan pénétrable, ou au [illegible] quelle que soit la grosseu[illegible] déplacer dans ce nouve[illegible] e matière égale à son [illegible] aura toujours la mêm[illegible] elle.

LX[illegible] suit, que *la* [illegible] *globules de la* [illegible] *autre circons-* [illegible] *différens dégrés* [illegible] *quons dans les* [illegible] *rayons sensible*

Sur les différentes Rotations des Globules de la Lumière.

LXXV. Nous avons toujours consideré le mouvement de la Sphère comme résultant de la composition des deux forces z & x, dont l'une, z, agit parallèlement au plan, & l'autre, x, lui est perpendiculaire. Les changemens qui arrivent à la force z, qui devient par-là $z \pm r$, n'apportent pas moins de changement à la réfraction, que les variations de la force perpendiculaire du ressort, $x \pm p$, dont nous avons examiné les divers cas, *Art. XLIV*, & ses *Corollaires*. On feroit donc ici un semblable examen par rapport à la force $z \pm r$, si cela n'avoit été déja fait dans la premiere Partie, *Art. XII*, *XXI*, & les *Corollaires* qui les suivent, *Art. XII*, *XXIII*, &c. Il faut seulement remarquer, que les changemens de la force parallèle de la Sphère ne pouvant influer sur la Réfraction, qu'autant qu'ils se compliquent avec ceux de la force perpendiculaire, on devra se servir desormais des Formules générales où les deux forces $z \pm r$, $x \pm p$, entrent conjointement, & de la composition desquelles nous avons détaillé le résultat, *Art. XIII*. On peut s'en faire des exemples sur la Figure 7, en substituant le plan mobile ou pénétrable à celle du plan subitement ôté dans un instant quelconque de l'action du ressort, & en ne prenant de cette Figure, que les chemins DCM, ou KCM, ou $K'C\gamma$, conformément à la premiere définition qui précede l'*Art. XLVIII*.

Mais

Mais nous pouvons encore imaginer ici les variations $\mp r$ de la force parallèle, comme produites par un pirouettement ou mouvement de la Sphère sur son centre, tel qu'il a été décrit, *Art. XXI*, sur la Fig. 6. Et parce que ce mouvement seroit capable de produire différens dégrés de Réfrangibilité sur les globules de la lumière, il faut l'examiner un peu plus en détail.

Du reste, quoique la Réfraction ne puisse résulter du changement de la force z, si celui de la force x ne s'y joint, on peut cependant ne se servir dans les Articles suivans que des Formules, & des Figures qui conviennent au seul changement de la force z, en faisant abstraction de celui de la force x, qui se trouve nécessairement compliqué dans l'effet total, ou en imaginant la force x, comme donnée & constante, & la force z comme variable.

LXXVI. Soient plusieurs Sphères *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c.* qui se meuvent uniformément, & d'une même vitesse du milieu *N* vers le milieu *M*, séparé du précédent par la surface ou plan commun *PL*, qu'elles rencontrent obliquement en *HG*, & selon les directions *AH*, *EG*, &c, toutes parallèles entr'elles. Soit imaginé de plus, que toutes ces Sphères ont différentes quantités de tournoyement sur leurs centres, mais en même sens, ou en deux sens directement opposés; c'est-à-dire, que leurs différentes rotations se font toutes vers un même côté, ou vers le côté op-

* Fig. 19.

opposé, dans un même plan, par exemple, dans le plan *NLMP* de la Figure, ou dans des plans qui lui soient parallèles, & qui sont perpendiculaires au plan réfringent dont *PL* est le profil.

Il est évident, 1. Que si le plan *PL* étoit tel par sa résistance, que la Refléxion dût s'ensuivre, la Refléxion de chacune de ces Sphères seroit différente, selon le différent dégré de rotation qu'elle a, ainsi qu'il a été démontré, *Art. XXI*, & ses *Corollaires*. De sorte que toutes les Sphères qui pirouettent avec le même dégré de vitesse, & en même sens que *A*, se réfléchiroient, par exemple, en *α*; toutes celles qui ont le même pirouettement que *B*, se réfléchiroient en *β*, & ainsi de suite, *C* en *γ*, *D* en *δ*, *E* en *ε*.

2. Que si la masse du plan mobile, ou, ce qui revient au même, la consistance du nouveau milieu est telle, que la Réfraction doive s'ensuivre, la Réfraction se fera différemment, selon le dégré & le sens de la rotation de chacune des Sphères *A*, *B*, *C*, &c. à l'instant de leur rencontre avec *PL*: de manière que toutes celles qui auront la rotation de *A*, se réfracteront, par exemple, en *a*; celles qui auront la rotation de *B*, se réfracteront en *b*, & ainsi des autres, de *C* en *c*, de *D* en *d*, & de *E* en *e*; leurs chemins deviendront divergens, ou convergens entr'eux, en *HG*, & leur angle de Réfraction ne sera plus le même, quoique leurs angles d'incidence soient égaux. Car, comme il a été expliqué dans plusieurs Articles (*XXXIX*, *XLIV*, &c.) tout ce qui convient

vient à la Réfléxion, convient à la Réfraction, qui n'en eſt qu'une eſpèce, & le plan mobile ou pénétrable doit produire les mêmes effets par rapport à la Réfléxion, ou à la Réfraction, que la ſurface des fluides ou des nouveaux milieux, *Art. XLVII*, &c, Or il a été démontré que la rotation de la Sphère, au moment de ſa rencontre avec le plan, devoit changer ſa Réfléxion, *Art. XXI*. Donc, &c.

3. Selon l'hypothèſe des rotations dans le même plan, ou dans des plans parallèles, la Réfléxion, ou la Réfraction de Sphères, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. étant reçue ſur un plan perpendiculaire à *NLMP*, & à la ligne de Réfléxion & de Réfraction des Sphères intermédiaires γ, ou *c*, s'étendra ſur un parallélogramme $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, ou *abcdet*, dont la la longueur exprimera leur divergence, ou les ſinus de leur différente réfrangibilité, en vertu de leurs différentes rotations, & la largeur $\gamma\theta$, *ct*, la diſtances des plans dans leſquels ſe meuvent les Sphères, ou la largeur du trou par où elles paſſent.

LXXVII. *Corol.* 33. Tout ceci, comme on voit, s'applique à la Lumière, en imaginant que *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. en ſoient des globules, *AEGHA* un rayon ſenſible, & que *LMP* ſoit un nauveau milieu, tel que l'air ou l'eau, ſur la ſurface duquel ce rayon tombe obliquement, en venant du verre, ou d'un milieu moins réſiſtant quelconque *NLP*. Et il ſuit des ſuppoſitions de l'article précédent:

1. Que ſi c'eſt un rayon SQ'aire, tel que

ce-

celui qu'on introduit dans une chambre obscure, pour faire les expériences de Mr. *Newton*, il produira, tant en se réfléchissant, qu'en se rompant, une image oblongue du Soleil, *αβγδεθ*, *abcdet*.

2. Que si les couleurs dépendoient des différens dégrés du mouvement circulaire que les globules de lumière pourroient avoir sur leur centre, ou des ébranlemens différens que ce mouvement seroit capable d'exciter dans l'organe de la vue, l'imagine oblongue *αβγδεθ*, *abcdet*, seroit coupée transversalement de diverses couleurs, & représenteroit parfaitement la bande de couleur, ou le *Spectre*, que l'on a par le moyen du Prisme.

3. Que si l'on imagine le nouveau milieu comme renfermé entre deux plans parallèles, *PL*, *pl*; & semblable à une lame d'air, ou de verre, les parties du rayon *AEGH*. qui étoient devenues divergentes dans cette lame *HG bg*, de parallèles qu'elle étoient auparavant, deviendront encore plus divergentes à leur sortie, en repassant dans un milieu de même nature que *NLP*, ou conserveront tout au moins la même divergence qu'elles avoient dans *HG bg*. Car si la même diversité de rotations subsiste entre les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. qui les composent, elle doit encore avoir son effet à la rencontre du nouveau plan *bg* ou de la surface d'un nouveau milieu, de quelque nature qu'il soit, & si cette diversité de rotations ne subsiste plus, ou si la rotation est éteinte dans tous les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c, ils se trouveront encore

core dans le cas de ceux qui tomberoient sur la surface d'un nouveau milieu par différens angles d'incidence. Donc leurs Réfractions seront encore différentes.

4. La même chose devra aussi arriver quand même le rayon du Soleil, ou les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. tomberoient perpendiculairement sur *PLlp*, puisque la différence rotation qui cause leur divergence, n'a pas moins lieu dans la rencontre perpendiculaire du plan, que dans l'oblique; la puissance horisontale z, qui sans la rotation eût été $=0$, devenant par-là $=z+r=0+r=r$.

5. Si l'on reçoit un semblable rayon *RI*, * sur un Prisme *FGH*, dont l'axe soit perpendiculaire aux plans parallèles de la rotation des globules, on pourra avoir la bande colorée *PT*, posée perpendiculairement à l'axe du Prisme, comme la donne l'expérience ordinaire. Mais si l'on tourne le Prisme en sens contraire, *fgh*, † de manière que son axe soit dans un des plans de la rotation des globules, le rayon *ri* devra produire l'image oblongue colorée, *pt*, posée parallélement à l'axe. Car la divergence des globules lumineux à la sortie du Prisme ou après leur Réfraction, ne venant que des différentes rotations qu'ils ont sur leur centre dans des plans parallèles, l'image oblongue & colorée qui en résulteroit ne sauroit jamais être posée que parallélement à ces plans selon sa longueur, & par conséquent parallèle à l'axe du Prisme.

LXXVIII.

* Fig. 20. † Fig. 21.

LXXVIII. Mais ces effets sont évidemment contraires aux Phénomènes les plus connus de la lumière. Car 1. Il n'y a que la Réfraction, qui produise l'image oblongue colorée du Soleil, & la Réflexion proprement dite doit toujours redonner les rayons parallèles, ou sous le même angle que l'incidence ; *Corol.* 14, *Art. XXVIII.* Et non comme ci-dessus, *Art. LXXVII. n.* 1°. 2°.

2. Tout rayon *AEGH*, * qui retourne dans le milieu d'où il étoit parti, après avoir passé dans un milieu différent, *PLlp* (*Sup. n.* 3°. *Art. LXXVII.*), compris entre deux plans parallèles *PL*, *pl*, redevient parallèle dans toutes ses parties, qui font de nouveau avec la lame *LlPp*, le même angle que dans leur incidence ; & il n'en résulte qu'une image ronde uniformément lumineuse, & non une image oblongue & colorée, telle que *aet*.

3. L'incidence perpendiculaire de la lumière sur la surface d'un nouveau milieu qu'elle pénètre, n'y change jamais sa direction, & ne sauroit par conséquent produire le détour ou les différens détours dus à sa réfrangibilité en général, ou à la différente réfrangibilité de ses parties ; comme on a vu *Sup. n.* 4°. qu'il arriveroit, &c.

4. Enfin l'image oblongue & colorée du Soleil, que l'on a par le moyen du Prisme, est toujours posée par sa longueur perpendiculairement à l'axe du Prisme, comme en *PT.* (Fig. 20.) ou en *πϑ*, (Fig. 21.) & non

* Fig. 19.

non parallélement à cet axe, comme en *pt*, *Sup. n.* 5°.

LXXIX. *Corol.* 34. Donc *il est impossible que les différens dégrés de réfrangibilité que l'on remarque dans la lumière, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différens dégrés de tournoyement des globules lumineux sur leur centre dans un même plan, ou dans des plans parallèles.*

LXXX. Si au-lieu de supposer que les globules de la lumière ne tournent sur leurs centres que dans des plans parallèles, on imagine qu'ils tournent sur leurs centres avec différens dégrés de vitesse, & dans tous les plans ou tous les sens possibles; il est évident par tout ce qui a été dit ci-dessus, & dans la prémière Partie de ces Recherches, qu'un rayon * sensible *RI*, tombant selon une direction quelconque, oblique, ou perpendiculaire sur la surface *PL*, du verre, ou de l'eau, *OLP*, y deviendra divergent en tous sens, soit dans sa partie rompue *Iab*, soit dans sa partie réfléchie, *Iαβ*; & qu'il formera dans chacun des deux milieux, & de part & d'autre du plan *PL*, un cone dont la pointe sera vers *I*: lequel cone étant coupé perpendiculairement à son axe par un plan, aura pour base un cercle lumineux, *abcd*, *αβγδ*, & coloré par couronnes concentriques, dont l'extérieure sera d'autant plus grande, que la rotation des globules qui la constituent sera plus prompte, du centre vers la circonférence, supposé que les couleurs

* Fig. 22.

leurs de la lumière dépendent des différens dégrés de rotation des globules en tous sens.

LXXXI. *Corol.* 35. Mais nous ne voyons rien de pareil à ces couronnes dans l'expérience dont il s'agit : l'image colorée rompue est toujours oblongue dans le plan d'inflexion, & l'image réfléchie toujours ronde, sans couleur, & ne résultant, quant à sa grandeur, d'aucune autre divergence que de celle qu'exige l'angle sous lequel est vu le Soleil, & le croisement des rayons qui partent des extrémités de son disque, plus le diamètre du trou par où ils passent. Donc *il est impossible que les différens dégrés de réfrangibilité de la lumière, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différens dégrés de rotation que ses globules pourroient avoir en tous sens.*

LXXXII. *Corol.* 36. L'incompatibilité des Phénomènes connus de la lumière avec le mouvement de rotation de ses globules dans des plans parallèles, ou dans une infinité de plans qui se couperoient sous tous les angles possibles, emporte nécessairement l'exclusion de ce mouvement en deux sens dont les directions se croiseroient, en trois, ou en quatre, ou en un nombre déterminé quelconque, & selon quelque inclinaison que ce pût être; & il est clair, qu'il n'en résulteroit dans la Réfraction, & la Réfléxion d'un rayon de lumière que le croisement de deux bandes colorées, de trois, &c. comme on voit dans la Figure 23*. Et par conséquent *il est absolument*

* Fig. 23. n. 1. 2.

lument impossible que la différente réfrangibilité des parties d'un rayon de lumière & ses couleurs soient produites par aucune espèce de rotation propre de ses globules.

LXXXIII. Nous venons de voir les Phénomènes qui s'ensuivroient dans la Réflexion, & dans la Réfraction, si les globules de la lumière avoient un mouvement propre de rotation en partant du corps lumineux, & indépendemment de ce qu'ils en pourroient aquérir à la rencontre du plan réfléchissant ou réfringent. Mais quels seroient ces phénomènes, si les globules de la lumière n'aquéroient en effet le tournoyement sur leur centre, qu'à la rencontre des surfaces des nouveaux milieux où ils ont à passer, étant, pour ainsi dire, indifférens avant cela à toute autre espèce de mouvement que le rectiligne, & à la production occasionnelle des couleurs qui pourroient naître de leurs rotations, ou du changement que ces rotations apporteroient à leur mouvement rectiligne? Ne sauveroit-on point par-là en tout, ou en partie les inconvéniens qui résultent de la rotation propre des globules?

Je répons qu'on en sauveroit peu, & que l'on tomberoit dans d'autres qui ne sont pas moins considérables.

1. L'on admet par-là une supposition physiquement impossible, ou qui répugne à l'état actuel de la Nature. Car les rayons Solaires sur lesquels nous faisons nos expériences, ne parviennent jusqu'à nous qu'après avoir passé de l'Ether par une infinité de milieux différemment réfringens jusqu'à l'air

 gros-

groffier, ou à la couche inférieure de la matière réfractive mêlée avec l'air groffier que nous refpirons. Les globules qui les compofent, auront donc aquis divers dégrés de rotation fur leurs centres, en paffant par ces nouveaux milieux, & avant que de tomber fur le milieu ou la matière du Prifme, & leur rotation accidentelle ou aquife par cette voye, les fera retomber dans la plupart des inconvéniens de celle que nous avons examinée ci-deffus.

2. Faifant cependant abftraction de ces milieux, il eft clair que la partie réfléchie d'un rayon de lumière devroit donner un Spectre femblable à peu près à celui que donne fa partie rompue. Car fi les globules* *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. étoient capables de produire dans le nouveau milieu *LPM*, le Spectre *aet*, par leur chute oblique fur fa furface *LP*, & par la diverfité des rotations qu'ils aquerroient à fa rencontre en *GH*, pourquoi la partie réfléchie de ces globules, qui y tombe de la même manière, & qui doit y aquérir les mêmes rotations, ne produiroit elle point le Spectre *aet*, dans le milieu *LPN*? C'eft le cas des globules qui tournoient auparavant dans le plan d'incidence & de réfléxion (*Sup. LXXVI.*), à cela près que ceux dont nous parlons préfentement, ne peuvent tourner qu'en avant par leur partie fupérieure, ou de *G* vers *H*, à caufe du frottement qui fe fait à la partie oppofée ou inférieure, en rencontrant *GH*.

3. La

* Fig. 24.

3. La rotation accidentelle par la rencontre du plan, ne pouvant avoir lieu dans la rencontre perpendiculaire, les phénomènes demeureroient les mêmes dans ce cas, que ceux que donne l'expérience; il n'y auroit aucune divergence des parties hétérogènes de la Lumière, ni par la réfléxion, ni par la réfraction. Il suit encore de cette rotation déterminée d'un seul côté par la rencontre oblique, & dans le plan d'incidence & de réfléxion, que l'on auroit toujours le Spectre *P T* (Fig. 20.) ou *πϑ* (Fig. 21.) perpendiculaire à l'axe du Prisme, la divergence des rayons colorés ne pouvant se faire qu'en ce sens, & que l'on éviteroit l'objection *Sup. Article LXXVII. n. 5.* supposé qu'en effet les globules de la lumière eussent aquis entre eux le différent dégré de rotation, & par cette rotation la différente vitesse translative qui conviendroit à la divergence des couleurs.

4. Mais d'où viendroit ici la diversité de Rotations, & des vitesses translatives qui pourroient s'en ensuivre entre des globules qui rencontrent un plan réfléchissant & rompant, selon la même direction, & dans les mêmes circonstances. Dira-t-on que la direction de leurs incidences n'est pas précisément la même, à cause des différentes parties du disque Solaire d'où ils partent? Mais outre que l'expérience du Prisme n'en réussit que mieux, lorsqu'on ne prend que les rayons qui partent du centre de ce disque, on sait que ses différentes parties les plus éloignées entr'elles, ne produisent que la largeur de

l'image ou du Spectre, & nullement sa longueur, qui est environ cinq fois aussi grande. Supposera-t-on vaguement que les inégalités physiques du plan produisent la diversité de rotations nécessaire à la divergence des rayons colorés ? ou introduira-t-on ici encore cette circonstance, que le frottement réciproque des globules qui viennent à se rencontrer & à se toucher sur le point réfléchissant ou rompant du plan, les y fait pirouetter diversement, & leur fait perdre par-là plus ou moins de leur vitesse rectiligne, ou aquérir *plus ou moins de disposition à tourner en rond, qu'à avancer en ligne droite!* Mais qui ne voit que ce seroit faire dépendre un des phénomènes de la Lumière des plus réguliers & des plus constans d'une cause fortuite, & variable à l'infini ? Sans compter que cette casualité d'inégalités physiques dans le plan, ou de rencontres & de frottemens entre les globules, devroit produire des pirouettemens en tous sens, & feroit retomber l'expérience dans le cas des globules qui auroient eu primitivement toutes les rotations possibles, & dont les effets ont été examinés ci-dessus, *Art. LXXVII. n.* 3°. 4°. 5°.

Il est clair au reste que la rotation dont nous venons de parler dans cet article, & qu'on suppose assez grande après l'instant du choc, pour donner à la lumière des réfrangibilités sensiblement différentes de la totale, est tout autre chose que celle dont il a été fait mention dans la prémière Partie, *Art. XVII*, &c. qui ne subsiste que pendant la compression & la restitution du ressort, & qui

qui est insuffisante pour la production des effets dont il s'agit.

LXXXIV. *Corol.* 37. N'y ayant dont aucún principe constant, & déterminé de diversité dans les vitesses de tournoyement des globules sur leur centre, pour toutes ces hypothèses, il n'y aura aucune cause de la divergence régulière, constante, & déterminée des parties du rayon rompu; & je conclurai encore plus généralement que je n'ai fait jusqu'ici, qu'*il n'y a aucune sorte de rotation, propre, ou accidentelle, des globules de la lumière, qui puisse produire la divergence constante des rayons colorés, que les expériences du Prisme nous donnent.*

LXXXV. *Rem.* 16. J'avois touché ou indiqué une partie de ce que je viens de dire sur la rotation des globules, dans le prémier Mémoire, *Art. XXVIII*, &c. Les personnes exercées sur ces matières auroient sans doute apperçu tout cela d'un coup d'œil; mais j'ai cru devoir l'approfondir un peu plus en faveur de ceux qui ne sont pas si parfaitement au fait des difficultés dont cette question est susceptible; comme aussi, parce que rien ne m'a paru plus capable de mettre le Systême de Mr. *Newton* sur les Couleurs dans son jour, & de montrer combien celui de *Descartes* sur la même matière, est devenu insoutenable, quelque louange que mérite d'ailleurs ce grand-homme, même à cet égard, pour avoir poussé les choses jusqu'où il a fait, & pour nous avoir mis par-là, & par l'évidence de ses principes, en état de le rectifier.

Toutes les causes énoncées dans le dénombrement ci-dessus (*Art. LXX.*), de la différente réfrangibilité des parties d'un rayon de lumière, étant donc exclues, excepté la différente vitesse, il faut nécessairement s'arrêter à celle-ci, comme à la cause immédiate de cet effet.

Des différentes vitesses des Globules de la Lumière.

LXXXVI. Le phénomène de la Réfraction, selon l'idée que nous en avons donnée, comprend deux effets principaux; le changement de vitesse du corps réfracté, après sa rencontre avec le plan mobile ou le nouveau milieu, & le changement de direction. Le prémier effet a toujours lieu, même dans le cas de la perpendicularité d'incidence; le second n'arrive que dans la rencontre oblique du plan ou de la surface du nouveau milieu. C'est celui cependant qui caractérise seul la Réfraction, selon le langage ordinaire, & qui a fait naître l'axiome, qu'*il n'y a point de Réfraction, lorsque l'incidence du rayon est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent.* Mais sans examiner ici, si le nom, restraint à ce sens, a influé sur la notion de la chose, & n'a pas un peu contribué à en faire méconnoitre la véritable origine, il est clair, par tout ce que nous avons établi de plus fondamental sur cette matière, que le changement de direction de la Sphère dans la réfraction, ne vient que du changement qui arrive à sa vitesse, par le plus ou le moins

de

de résistance qu'elle trouve sur son chemin à la rencontre du plan, & par conséquent que la seconde partie du phénomène, l'infléxion des rayons, ou la Réfraction proprement dite, dépend du changement de vitesse, comme l'effet dépend de sa cause. Voyons présentement comment cette cause de la Réfraction en général peut entrer dans ses modifications particulières, & produire différens dégrés de réfrangibilité dans les parties d'un rayon de lumière.

LXXXVII. Un plan mobile, une toile bien tendue, ou une lame pénétrable doivent produire les mêmes effets à l'égard de la Réfraction, qu'un nouveau milieu, qu'un fluide de différente résistance (*Art. XLVII*); parce qu'il n'est question ici, que du nouveau chemin que prend le corps refracté, à la rencontre de la surface réfringente, ou de la prémière pellicule du nouveau milieu pendant qu'il la pénètre, & qu'après qu'il l'a pénétrée entièrement sa direction ne sauroit plus changer (*Art. XLVI*).

Imaginons donc une toile bien tendue, un plan, ou une lame pénétrable quelconque *TL* *, contre laquelle plusieurs balles ou petites Sphères, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. que nous supposons pour plus de simplicité parfaitement homogènes, & de même grosseur, viennent frapper obliquement, selon la même direction, ou par des incidences parallèles, sans aucune rotation, mais avec des vitesses

* Fig. 25.

tesses différentes, & telles, par exemple, que celle de la prémière, *A*, étant la plus petite, la vitesse de *B* la surpasse d'une quantité finie quelconque, & ainsi de suite. Il est évident que si la Sphère *A*, a assez de vitesse, & par-là assez de force, pour percer ou mouvoir le plan *TL*, elle s'écartera plus de sa prémière direction en le perçant, que ne fera la Sphère *B*, qui a plus de vitesse qu'elle, mais moins que *C*, qui s'écartera encore moins, &c. De manière que la Sphère *A*, prenant son chemin, par exemple, en *Ha*, après avoir rencontré le plan en *H*, & faisant avec lui l'angle $THa < AHL$, la Sphère *B* prendra le sien en *bb*, après avoir rencontré le plan en *b*, & fera avec lui l'angle $Tbb > THa < BbL = AHL$. Et ainsi des suivantes, *C*, *D*, *E*, &c. & toutes leurs directions après la rencontre du plan, feront divergentes entr'elles, & s'écarteront d'autant plus de la prémière, *Ha*, que leurs vitesses avant le choc auront été plus grandes. Car une vitesse infiniment petite, ou infiniment grande, produiroit également zéro de réfraction ou d'écart, quoiqu'en sens contraire, puisque dans le prémier cas la Sphère n'auroit pas la force de percer la lame *TL*, & que dans le second, la résistance de cette lame étant infiniment petite, eu égard à une force infiniment grande, la Sphère, *E*, par exemple, suivroit sa prémière direction, *FI*, vers *IK*, comme si elle n'avoit rencontré aucun obstacle dans son chemin. Il faut donc que les cas moyens produisent la Réfraction plus ou moins grande, selon qu'ils ap-

approchent davantage des deux extrêmes; & cela depuis la viteſſe finie réquiſe, pour donner à la balle la force de percer le plan, juſqu'à la viteſſe infinie excluſivement. Ce que l'on auroit pu prouver auſſi par les *Art. XIII*, *XV*, *XLIV*, *LV*, &c.

LXXXVIII. Quant aux balles dont les viteſſes ſont au-deſſous du dégré néceſſaire pour percer le plan, juſqu'à zéro de viteſſe excluſivement, elles ſeront réfléchies, & le ſeront uniformément, c'eſt-à-dire, que leurs incidences étant parallèles avant le choc, leurs réfléxions le ſeront après le choc, & que ſi leur reſſort eſt parfait, leur angle de réfléxion ſera égal à leur angle d'incidence, malgré l'inégalité de leurs viteſſes. Car la réfléxion parfaite qui ſuit le choc, dépend de la reſtitution parfaite des parties déplacées du mobile élaſtique (ou, ce qui revient au même, du plan, *Art. IV*, *XXXVIII. fin*) par la compreſſion, & du rapport d'égalité de cette compreſſion à la reſtitution, quelle que ſoit la viteſſe ou la force qui les produit; ainſi qu'il a été démontré dans les *Art. VII. XIII*, *XLIV*, &c. De ſorte que les balles *A*, *E*, par exemple, dont les lignes d'incidence, *AH*, *EG*, ſont parallèles, ſeront réfléchies par des lignes, *HS*, *Gs*, toujours parallèles, quoique les viteſſes avec leſquelles elles ſont venu frapper le plan, en *H*, & en *G*, ſoient différentes.

LXXXIX. *Corol.* 38. Soient maintenant *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. autant de globules de Lumière dont les files *AH*, *Bb*, &c. forment le rayon ſenſible *AHGE*, qui tombe

obliquement du milieu *NTL*, sur le milieu *RTL*, c'est-à-dire, d'un milieu sensiblement plus dense, *N*, sur un milieu sensiblement moins dense, *R*, ou, pour ôter toute équivoque, d'un milieu qui lui résiste moins, sur un qui lui résiste davantage (*LXI*, *LXII*.) du verre dans l'air, par exemple, & que le plan *TL* n'est que leur surface commune.

Il est évident que le rayon composé, *AHGE*, en se rompant sur *TL*, en *HG*, deviendra divergent, tel, par exemple, que *GHaeG*, & d'autant plus divergent que les vitesses des globules qui le composent seront plus différentes entre elles. De manière que les parties du rayon, ou ces globules auront différens dégrés de réfrangibilité, en raison inverse de leurs vitesses, & qu'il en résultera une image oblongue du Soleil, *aet*, toujours posée dans le plan de la réfraction, *NTRL* selon sa longueur. Car les vitesses après le choc ayant un rapport constant avec les vitesses avant le choc, & le même que celui qui est entre les complémens des sinus d'incidence & de réfraction (*X*, *LIII*.), il est impossible que ce rapport soit jamais détruit par le changement, ou par un nombre quelconque de changemens du milieu que le rayon a à traverser, soit que les globule de lumière y perdent ou y aquièrent un nouveau dégré de vitesse: *Les parties de même vitesse ou de lumière* homogène *se rompront donc toujours également, ou selon le même rapport, eu égard à leur incidence, & les globules de différente vitesse, ou les parties* hétérogènes *se rompront*

pront toujours inégalement & sous différens angles par rapport à une même incidence.

Des vitesses de la Lumière, conjointement avec ses Couleurs.

XC. Si les sensations que nous avons des différentes couleurs, sont causées par les différens chocs, les différentes vibrations, les différentes vitesses, ou par quelque circonstance que ce soit, qui tient aux différentes vitesses des globules de la Lumière, sur les fibres de l'organe immédiat de la vue, comme les sensations des différens Tons sont causées par le plus ou le moins de promptitude des vibrations de l'air excitées par les frémissemens du corps sonore, & communiquées à l'organe immédiat de l'ouie, les différens dégrés de réfrangibilité des parties d'un rayon de lumière seront inséparables de ses différentes couleurs, l'image oblongue du Soleil, *a e t*, nous paroitra différemment colorée, & tout rayon sensible du Soleil, & de la Lumière en général, pourra être dit, en ce sens, composé de parties de différente couleur. Or il n'y a pas lieu de douter, que les sensations que nous désignons par le nom de *couleurs*, & que, par préjugé ou illusion de l'enfance, nous rapportons aux objets qui les font naitre, ne résultent des différens chocs de la lumière sur l'organe de la vue; & nous venons de démontrer dans les articles précédens, que la différence de ces chocs, entant qu'elle nous est manifestée par les différens dégrés de réfrangibilité, ne

 peut

peut avoir de cause immédiate que les différentes vitesses.

XCI. *Corol* 39. Donc *les différentes vitesses, les différens dégrés de réfrangibilité, & les différentes couleurs de la lumière, ne sont en elle, & hors de nous, qu'une seule & même propriété, ou n'expriment que la gradation des effets dus à une même cause.*

XCII. *Corol.* 40. Donc (*Art. LXXXIX.*) *les couleurs de la lumière, en elles-mêmes, & physiquement parlant, seront indestructibles, ses parties rouges seront toujours rouges, & ses parties bleues toujours bleues, malgré toutes les réfractions qu'on pourra leur faire souffrir, après qu'elles auront été une fois séparées du rayon de lumière composé d'elles & de toutes les autres;* ainsi que Mr. *Newton* l'a prouvé par mille expériences.

XCIII. *Corol.* 41. Enfin *il faudra appliquer aux parties composantes & différemment réfrangibles ou colorées d'un rayon de lumière, tout ce qui a été démontré dans les articles de la Réfraction en général, à l'égard d'un rayon entier ou composé, qui viendroit rencontrer sous le même angle d'incidence différens milieux dont les réfringences seroient entr'elles comme les réfrangibilités de ces parties.*

XCIV. *Corol.* 42. Il suit du Corollaire précédent, & des Articles LV, LVIII, LXXXVIII, que si le rayon ou trait de lumière *AGE* *, vient rencontrer un nouveau milieu plus résistant *TLR*, sous un angle *EGL*, tel que le mouvement perpendicu-

laire

* Fig. 26.

laire x, ne surpasse la quantité de résistance du nouveau milieu sur le prémier, qu'autant que la force des globules rouges *E*, par exemple, surpasse la force des globules jaunes *D*, il n'y aura que la lumière rouge *E*, & ses nuances, qui soient rompues à la rencontre du nouveau milieu, & toutes les autres espèces de lumière ou de couleurs, & leurs nuances, *D*, *C*, *B*, *A*, plus réfrangibles que *E*, seront réfléchies en Σ, selon la loi ordinaire de la Réfléxion, demeurant mêlées ensemble, comme dans le rayon incident, excepté la partie rouge rompue en *e*, qui y manque. Et si l'on diminue encore l'obliquité *EGL*, du rayon incident, de manière que la puissance x, rapportée aux globules jaunes *D*, excède la résistance du nouveau milieu, les parties jaunes du rayon composé, & à plus forte raison les rouges, & les nuances des unes & des autres, seront transmises dans le nouveau milieu, & rompues en *e*, *d*, immédiatement au dessous de la surface *TL*, & toutes les autres réfléchies en Σ; & ainsi de suite, jusqu'à la réfraction des rayons de toute espèce, quand l'angle d'incidence sera devenu assez grand pour que la puissance x, entant qu'elle résulte de la décomposition de la totale y, rapportée à la force des globules ou rayons violets *A*, les plus foibles & les plus réfrangibles de tous, l'emporte sur la résistance que le milieu fait à leur passage. Et au contraire, si, en cet état, on vient à diminuer l'angle d'incidence par les mêmes dégrés, les couleurs disparoitront de suite l'une après l'autre, en ordre ren-

renversé, de dessous la surface *TL*. De sorte que pour les faire disparoitre toutes subitement, il auroit fallu diminuer tout d'un coup cet angle de la quantité correspondante à la somme des différences de réfrangibilité entre toutes les couleurs de la lumière: ainsi qu'il arrive dans une expérience curieuse qu'on fait avec le Prisme, adapté sur le prétendu Vuide de la Machine Pneumatique.

XCV. *Rem.* 17. Dans le cas de la transmission des seules parties rouges du trait de lumière, ou des seules parties rouges & jaunes, par exemple, toutes les autres étant réfléchies, il ne faut pas imaginer qu'aucune des parties rouges & jaunes ne sera réfléchie: cela veut dire seulement qu'il n'y aura que des parties rouges & jaunes qui soient rompues, tandis que les vertes, les bleues, & les parties couleur de pourpre ou violet seront totalement réfléchies. Car la lumière, soit composée, soit décomposée, ne se rompt jamais sans qu'une de ses portions ne se réfléchisse. Sa transmission, dans un nouveau milieu quelconque, n'est jamais assez parfaite pour cela. Au-lieu qu'elle peut se réfléchir totalement, sans qu'aucune de ses parties se rompe. Ainsi une portion des rayons rouges & jaunes *E*, *D*, rompus en *e*, *d*, sera aussi réfléchie en Σ, selon la loi ordinaire de la Réfléxion, avec les rayons *C*, *B*, *A*, dont aucune portion n'a été rompue. De-là vient que l'image qui se peint en Σ, où nous la supposons reçue sur un papier blanc perpendiculaire aux rayons réfléchis y conserve beau-

beaucoup de la couleur blanchâtre de la lumière, à cause du mêlange des rayons de toute espèce qui s'y trouve encore, quoique avec une moindre quantité de rouges & de jaunes, que lorsqu'il n'y a point de réfraction. Au-lieu que dans l'expérience, où l'on intercepte les rayons rouges, par exemple, après que les rayons de toute espèce ont été séparés par le Prisme, & réunis ensuite par le moyen d'une Lentille, l'image du Soleil au foyer de cette Lentille paroît tout-à-fait bleuâtre ; ou, au contraire, si ce sont les rayons bleus & violets qui soient interceptés, cette image devient tout-à fait rougeâtre ; parce que dans le prémier cas, ce sont les rayons bleus qui y dominent, les rouges manquant totalement, & que c'est tout le contraire dans le second.

Je ne parle ici cependant que de la Réfléxion régulière qui se fait sur la surface du nouveau milieu, par un angle égal à l'angle d'incidence. Car on ne peut douter qu'il ne s'y joigne une infinité de réfléxions irrégulières, ou de dissipations de rayons de toute espèce, çà & là, & sur cette surface à cause de ses irrégularités, & dans l'intérieur du milieu, pendant le cours uniforme du rayon sensible qui le traverse, par la rencontre d'une infinité de parties semblables à celles qui l'ont réfléchie à la surface. Et d'où viendroit sans cela qu'un objet éclairé ou lumineux étant regardé à travers un corps diaphane, paroit d'autant plus diminuer de lumière que ce corps est plus épais, & cesse enfin tout-à-fait d'être visible, si l'épaisseur augmente jus-

jusqu'à un certain point? Une eau très-profonde en fournit l'exemple. Dans l'expérience ordinaire du Prisme, quelque petit que soit le rayon introduit dans la chambre obscure, on voit toujours tous les environs plus ou moins éclairés, & toute la substance du verre resplendissante.

Je ne doute pas aussi qu'à la rigueur, il n'y ait toujours quelques rayons de lumière transmis irrégulièrement ça & là, par voye de réfraction, dans le cas de la réflexion la plus complette, & lorsque la lumière vient frapper un nouveau milieu plus résistant sous un angle d'incidence trop petit, pour y produire la réfraction régulière & proprement dite. Car il n'y a nulle apparence que la surface sensible, ou insensible de ce milieu soit assez parfaitement plane dans toutes ses parties, pour n'en présenter aucune, qui fasse avec le rayon incident un plus grand angle que la surface totale, & tel qu'il le faut, ou au de-là, pour favoriser la transmission de la lumière par ce point. Mais la vérification du fait est difficile, à cause de la lumière réfléchie de toutes parts, qui se complique avec celle-ci en plus grande quantité, qui éclaire toujours plus ou moins le nouveau milieu, & qui nous empêche de distinguer l'une de l'autre.

XCVI. *Rem.* 18. Tout ce que nous savons aujourdhui de plus exact sur les couleurs de la Lumière, est fondé sur des expériences, où il y a toujours tout au moins deux réfractions, savoir, immersion du rayon de lumière de l'air dans un ou plusieurs milieux

lieux d'une densité, ou d'une réfringence différente de celle de l'air, & émersion de ces milieux dans l'air par exemple, de l'air dans un Prisme de verre, & de ce Prisme dans l'air. Cependant pour plus de simplicité dans ce que j'avois à dire, je n'ai guère considéré jusqu'ici, & dans les Figures que j'y ai employées, que le passage d'un milieu dans l'autre, ou une seule réfraction: & j'ai préféré l'exemple de l'immersion d'un milieu plus dense ou moins résistant, du verre, par exemple, dans un milieu moins dense ou plus résistant à la Lumière, & tel que l'air; parce qu'il réveille mieux l'idée du Méchanisme que je ne veux point perdre de vue sur cette matière. Car l'expérience des corps qui se détournent de la perpendiculaire, étant poussés obliquement de l'air dans l'eau, qui leur résiste davantage, & où ils se réfléchissent quelquefois par ricochets, est sensible.

Mais si au-lieu de supposer l'œil dans l'air, on le suppose dans l'eau, ou dans un autre milieu quelconque différent de l'air, quelle sera l'espèce, ou la nuance des couleurs que nous appercevions auparavant sur les objets? L'expérience d'un Prisme d'air faite dans l'eau, ne nous donneroit-elle pas aussi un Spectre d'une nature, & d'un ordre tout différens de la suite de couleurs que nous donne l'expérience du Prisme d'eau ou de verre faite dans l'air? Car par tout ce qu'on a vu ci-dessus, les différentes réfrangibilités de la lumière, ou, ce qui est ici la même chose, ses différentes couleurs ne sont dues im-

immédiatement qu'à ses différentes vitesses. Ce sont ces différentes vitesses qui constituent l'ébranlement de l'organe, & le sentiment distinctif que nous en avons par les couleurs. Nous devrions donc voir dans l'eau, & au travers de l'eau, lorsque l'œil y est plongé, les objets connus, tout autrement colorés qu'ils n'ont coutume de nous paroitre dans l'air.

J'ignorois qu'il y eût eu jusqu'ici d'expérience bien exacte & bien concluante sur ce sujet. Mais Mr. *Cramer*, Professeur de Mathématique & de Philosophie à Génève, avec qui je suis en commerce de Lettres, & l'on va voir de quelle utilité est le commerce d'un homme de son caractère & de son savoir; Mr. *Cramer*, dis-je, s'étant fait la même difficulté, en lisant ce que j'avois déja écrit sur les vitesses de la Lumière dans les Mémoires de 1737, m'a fourni, & une expérience exacte, & en même tems la solution de toutes les difficultés qu'elle pouvoit faire naitre. Il a pris une caraffe bien remplie d'eau, & appliquant un de ses yeux à l'ouverture, immédiatement contre l'eau, pendant que l'autre œil étoit dans l'air, il a observé à diverses réprises, la couleur des objets qu'il regardoit ainsi avec les deux yeux, & il n'y a point trouvé de différence sensible. J'ai répété la même expérience, & avec le même succès. Ce qui étant joint au témoignage constant des Plongeurs, ne laisse plus aucun doute sur le fait dont il s'agit.

Que devient donc l'analogie des couleurs avec les vitesses de la lumière? La réponse est

est courte, mais tranchante. C'est que nous ne recevons jamais les impressions de la lumière & de ses couleurs, qu'à travers un seul & même milieu inséparablement attaché à l'organe immédiat de la vision. Car ce n'est point la Cornée, ni l'humeur aqueuse, cristalline, ou vitrée, qui constitue cet organe, mais la Rétine, ou ce qui reviendroit au même, la Choroïde, & sur-tout la partie de l'une de ces membranes, placée au de-là, vers le fond de l'œil, qui en est le siège. *Or la Rétine n'est ni dans l'air ni dans l'eau, mais appliquée immédiatement contre l'Humeur vitrée. Nous recevons donc l'impression des rayons à leur sortie de cette Humeur dans laquelle chaque rayon a sa vitesse propre convenable à sa couleur. Donc un rayon de lumière partant du Soleil avec une vitesse donnée, aura dans l'Humeur vitrée une vitesse donnée, quelques milieux qu'il ait traversés auparavant. Et voilà pourquoi la couleur de chaque rayon est immuable, quoiqu'elle dépende de sa vitesse, qui est une modification changeante; parce que les changemens qu'on lui peut faire subir par la Réfraction, se rectifient nécessairement à son passage par les humeurs de l'œil*, où les vitesses des mêmes rayons sont toujours les mêmes, tant que ces humeurs ne changent pas. Car si les humeurs de l'œil viennent à changer, par accident, ou par la vieillesse, le sentiment des couleurs change aussi, & la différence en est sensible, lorsque l'accident n'est arrivé qu'à l'un des deux yeux, &c. J'adopte entièrement cette réponse, après laquelle je supprime

me sans peine tout ce que j'avois imaginé là-dessus.

XCVII. *Rem.* 19. Les différentes vitesses de la lumière, soit par elle-même, soit par les différens milieux qu'elle rencontre, fourniroient d'autres questions que je passerai sous silence, ou auxquelles je ne toucherai que succinctement, parce que leur discussion tient au choix exclusif d'un Systême sur la propagation de la Lumière, & que je ne veux point exclurre ici de Systême, qu'autant qu'il sortiroit du Méchanisme, ou qu'il seroit manifestement contraire aux expériences. C'est pourquoi, je le répète, on substituera tout ce que l'on voudra à ce que j'appelle *milieu* dans les intervalles des parties propres des corps diaphanes, ou *atmosphère* autour de leur surface extérieure, pourvu que la lumière se meuve avec plus de facilité ou de vitesse dans les uns que dans les autres, conformément aux loix de l'impulsion.

On auroit pu demander, par exemple, dans le cours de ces Recherches, comment la lumière, après avoir perdu une partie de sa vitesse à la rencontre d'un nouveau milieu où elle se meut plus difficilement, peut la recouvrer en sortant de ce milieu, & en retournant dans celui où elle se mouvoit avec plus de facilité ? Il est clair que chaque Systême en donnera une explication différente; & il suffit de voir en général, que les explications ne sont pas impossibles sur ce sujet, que le fait n'a rien en soi qui passe les ressources de la Nature, ni de contraire aux loix invariables de sa méchanique. Par exemple, dans l'hy-

l'hypothèse des *Pressions*, où tout ce qui a été dit des différentes vitesses translatives, se doit entendre des différentes vitesses d'impulsion & de vibration, la même force de ressort & de tendance du globule ou de la file des globules de la lumière, & les mêmes impulsions de la part du corps lumineux étant constantes, réïtérées, & toujours appliquées au même sujet, agiront plus ou moins, selon que le milieu où se trouve la file, & qu'elle traverse, lui permettra des vibrations plus ou moins promptes, sans que ce que ses globules en ont eu de moins dans un milieu, les empêche de recouvrer ce qu'ils pouvoient en avoir de plus dans l'autre. Tout de même qu'un Pendule, une Corde tendue, ou une Cloche dont les vibrations auroient perdu une partie de leur vitesse dans l'eau, la recouvreroient toute entière dès qu'on les remettroit dans l'air; parce que c'est toujours le même principe de force accélératrice, ou de tension qui subsiste, & qui ne fait que distribuer ses effets sur différentes quantités d'une matière ambiante, plus abondante en un cas, & moins dans l'autre.

Peut-être que l'inverse du raisonnement précédent conviendra à l'hypothèse de l'Emission. Ce seront les vibrations du corps diaphane même, du milieu plus résistant, excitées par le choc de la lumière, & le débandement de ses parties élastiques, qui redonneront aux globules de la lumière qui en sortent, la vitesse qu'ils avoient perdue en y entrant, & en mettant ces parties en constraction. Ce qui reviendroit à l'effet purement ma-

mathématique, indiqué au commencement de l'*Art. XLIX*.

La cause des différentes vitesses qui se déduisent des différens dégrés de réfrangibilité de la lumière, & des couleurs qui en sont inséparables, nous jetteroit dans une semblable nécessité de choisir un Systême. Celui des vibrations de pression attribuera aux différentes élasticités des globules lumineux, ou de leurs files, ce que celui de l'Emission pourra expliquer par leurs différentes masses ou grosseurs. Car quoique nous ayons fait voir ci-dessus, *Art. LXXIII*, que les différentes masses ou grosseurs ne pouvoient être la cause immédiate des différentes réfrangibilités de la lumière, rien n'empêche qu'elles ne le soient en ce sens, qu'elles occasionnent différentes vitesses sur une même quantité de mouvement dans chacun de ses globules lancés avec une égale force par le corps lumineux, &c.

XCVIII. *Rem.* 20. On m'a fait, à la dernière lecture, une difficulté qui tombe dans la même dépendance; mais qui m'intéresseroit davantage, parce qu'elle roule sur un point d'observation, & à laquelle par conséquent je dois répondre.

Si les différentes couleurs de la Lumière sont rélatives à ses différentes vitesses, il devra, dit-on, arriver que dans la perception d'une lumière qui nait subitement, par exemple, dans l'Emersion d'un Sateillite de Jupiter, on commencera par voir du rouge pur, puis du rouge mêlé de jaune, & ensuite ce tout mêlé de verd, jusqu'au bleu tout au moins, dont le mêlange est nécessaire à la composition du blanc,

blanc, ou de la Lumière proprement dite. Puisque si la lumière employe 7 à 8 minutes à traverser le demi-diamètre de l'Orbite Terrestre, elle en employera 35 ou 40; c'est-à-dire, environ cinq fois autant, à venir de Jupiter jusqu'à nous; ce qui seroit plus que suffisant pour mettre un intervalle de tems très-sensible entre la lumière rouge & la lumière blanche ou composée qui doit arriver du Satellite. Car la vitesse de la lumière rouge, entant que réciproquement proportionnelle à sa réfrangibilité, étant d'un 386me plus grande que celle du jaune, & surpassant d'un 155me la vitesse du bleu, si l'on divise les tems par ces nombres, on trouvera 5 à 6 secondes d'intervalle du rouge au jaune; & 13 à 15 secondes du rouge au bleu. Mais l'observation ne nous fait rien voir de cette succession de couleurs & de nuances, & le Satellite sorti de l'ombre, nous paroit d'abord aussi blanc que plusieurs minutes après son Emersion; il faut donc que les différentes réfrangibilités de la lumière & ses couleurs soient dues à quelque autre cause qu'aux différentes vitesses des parties qui la composent.

Il est clair qu'une semblable difficulté ne sauroit avoir lieu dans le système des vibrations de pression, ni dans ceux qui s'y rapportent; parce que, selon ces systêmes, le véhicule ou les parties de la lumière de toute espèce qui agissent sur notre Organe, se trouvent actuellement dispersées autour de nous dans l'instant même de l'émersion, ou de l'apparition de lumière la plus subite;

 qu'el-

qu'elles sont toujours prêtes à recevoir du corps lumineux l'impulsion nécessaire pour les agiter par les vibrations de différente vitesse qui leur sont propres, en vertu de leurs différentes élasticités, & que de plus ces vitesses de vibration peuvent n'avoir qu'un rapport infiniment éloigné avec la vitesse translative & générale de la lumière depuis le corps lumineux jusqu'à nous. C'est ainsi que deux tons qui résultent de vibrations dont les vitesses sont en raison de 1 à 2, à 3, &c. ne laissent pas de parvenir en un tems sensiblement égal du corps sonore jusqu'à l'oreille; & s'il y a réellement entre leurs vitesses de propagation quelque différence que les expériences ordinaires ne nous laissent point appercevoir, elle est assurément bien éloignée d'être en raison de leurs vitesses toniques ou de vibration.

Il ne peut donc guère s'agir ici que de l'hypothèse de l'Emission des corpuscules, qui en effet ne me semble pas fournir une réponse aussi directe; parce que, selon cette hypothèse, les mêmes parties de la lumière qui viennent affecter l'organe, ont dû être auparavant dans le corps lumineux, & qu'elles s'en sont détachées avec toutes les modifications nécessaires pour exciter en nous la sensation propre de chaque couleur. Je ne pense pas cependant que ceux qui ont adopté l'Emission des corpuscules, doivent être fort embarrassés d'une pareille objection. Cette objection suppose en nous, au moment de l'illumination du Satellite, une soudaineté de sentiment qui y est physiquement impossible,
&

& qui eſt démontrée telle par l'expérience. Car a-t-on conſtaté que depuis le commencement de l'émerſion, juſqu'à celui de la perception, il ne ſe ſoit pas écoulé 6, 15 ou 20 ſecondes, & autant de tems qu'il en faut pour le mêlange des rayons colorés? ou plutôt n'eſt-il pas certain qu'il s'en eſt écoulé beaucoup davantage? Nous ſavons par les Tables de feu Mr. *Caſſini*, que le prémier Satellite de Jupiter, qui eſt celui dont les Immerſions & les Emerſions ſont les plus promptes, eſt environ 7 minutes à s'éclipſer, ou à ſe dégager entièrement de l'ombre. Quelle eſt donc la portion de ſon diſque qui doit en être dégagée, pour que ſon illumination devienne ſenſible ſur la Terre? Eſt-ce la moitié, le tiers ou le quart? & mille circonſtances phyſiques de la part de l'objet, ou de l'obſervateur, n'y apporteront-elles point de variation? Ce qui eſt conſtant, c'eſt que d'une Lunettre de 10 pieds à une de 16, la différence eſt déja d'environ 30 ſecondes de tems, dont la plus longue Lunette voit le prémier Satellite plutôt, ou le perd plus tard. Prolongez la Lunette, & vous aurez 40″, 50″, &c. de manière qu'il eſt à préſumer qu'avec les plus grandes & les plus excellentes Lunettes dont on ſe ſoit ſervi juſqu'à préſent, on eſt demeuré bien loin de ce prémier inſtant d'illumination que l'objection ſuppoſe, & par conſéquent que le mêlange des parties de la lumière de différente réfrangibilité a eu plus de tems qu'il n'en faut pour ſe faire à la diſtance, & au lieu même où ſe trouve l'obſervateur.

Les Satellites de Saturne près de deux fois aussi éloignés de la Terre que ceux de Jupiter, ni les Fixes même ne fourniront rien de plus favorable à l'objection. Au contraire comme les vitesses de la Lumière sont supposées uniformes dans l'hypothèse, & que ses radiations ou illuminations à diverses distances suivent la raison inverse des quarrés, il est vraisemblable que la difficulté de l'appercevoir, & que les intervalles de tems entre son apparition, & notre perception croîtront bien davantage que ceux que donnent les différentes vitesses de ses parties.

Tout ceci est applicable par surabondance de droit au systême des vibrations de pression. Mais je laisse à la sagacité de ceux qui auront embrassé ce systême, ou quelque autre, le soin d'éclaircir plus parfaitement ces sortes de difficultés, dont je n'ai dû faire mention ici qu'autant qu'il étoit nécessaire, pour montrer qu'elles ne sauroient donner atteinte à la théorie que j'y expose.

Des vitesses de la Lumière par rapport à sa Réfléxibilité, & à la force réfléchissante des milieux.

XCIX. Il convient de se faire ici, d'après tout ce qui a été dit dans les *Articles LXXXVIII, LXXXIX*, &c. une idée distincte de ce que Mr. *Newton* entend, en divers endroits de son Optique, par la *Réfléxibilité plus ou moins grande de la Lumière*, par des *rayons* ou par des *couleurs plus ou moins réfléxibles*. Car quoique ces termes s'y trouvent sou-

souvent en oppoſition avec ceux de *Réfrangibilité*, & de *rayons plus ou moins réfrangibles*, ils ne ſont ni entièrement oppoſés, ni analogues.

Une plus grande ou une moindre Réfrangibilité produit des angles de réfraction qui diffèrent plus ou moins des angles d'incidence, des rayons différemment réfrangibles ſont ceux qui ſe rompent ſous différens angles, & qui, en conſéquence, deviennent plus ou moins divergens entre eux dans leurs réfractions. Mais une *plus grande réfléxibilité* ne change rien au rapport des angles d'incidence & de réfléxion, & des *rayons différemment réfléxibles* ne ſont nullement, ſelon Mr. *Newton*, des rayons dont l'angle de réfléxion diffère plus ou moins de l'angle d'incidence, & qui doivent devenir divergens entre eux dans leurs réfléxion commune au même angle d'incidence. Il ſemble cependant que ce ſeroit là leur vraie ſignification, après la notion que l'on s'eſt faite de la Réfrangibilité. Ce ne ſont pas auſſi des rayons qui, en ſe réfléchiſſant, ſe réfléchiſſent plus abondamment par rapport aux parties qui les compoſent. Mais ce n'eſt pas de quoi s'écarter du langage, & des définitions d'un ſi grand maitre. Il ſuffit de ſavoir, que le plus ou le moins de Réfléxibilité n'eſt rélatif qu'à l'angle d'incidence duquel s'enſuit la Réfléxion, ou la Réfraction, & que des rayons plus réfléxibles que d'autres ſont ceux qui ſe réfléchiſſent après avoir rencontré le plan réfléchiſſant ou rompant, ſous un angle qui ſeroit aſſez grand pour produire la Réfraction, & non la Réfléxion totale dans ces autres moins ré-

fléxibles qu'eux. Ainſi les rayons homogènes bleus, ou violets ſont plus réfléxibles que les rayons homogènes jaunes, ou rouges (*CXIV. Fig.* 26). La plus grande réfléxibilité en ce ſens, & dans le rayon qui en fait le ſujet, n'eſt donc réellement qu'une plus grande réfrangibilité, ou n'a qu'une plus grande réfrangibilité pour cauſe, ou un manque de viteſſe, qui l'empêche de pénétrer le nouveau milieu ſous l'angle donné d'incidence.

C. Ces mêmes rayons plus réfléxibles ſont auſſi appellés de *plus facile*, & de *plus prompte réfléxion*. D'où l'on voit que ce n'eſt pas qu'ils ayent en eux plus de facilité, de promptitude ou de viteſſe, car c'eſt tout le contraire; mais ſeulement, qu'ils ſe réfléchiſſent avant les autres, en ne ſe rompant plus par un angle d'incidence qui ſuffiroit aux autres, ou qui ſeroit aſſez grand pour les faire rompre, & entrer dans le nouveau milieu.

CI. Il faut l'entendre de même à peu-près des milieux, que Mr. *Newton* dit réfléchir la lumière plus *promptement*, ou qui ont une plus grande *force réflécbiſſante*. C'eſt un effet purement rélatif à deux milieux actuellement comparés, & dans l'un deſquels la lumière ſe meut plus ou moins vite, ou avec plus ou moins de facilité (*LX*). Ainſi la *plus grande force réflécbiſſante* n'eſt que la *moindre force réfringente* du milieu où la lumière va, par rapport à celui d'où elle vient, ou bien elle eſt inſéparable de cette moindre réfringence. L'air, par exemple, eſt un milieu de plus prompte réfléxion, quand la lumière y tombe obliquement en venant du verre,

que

que quand elle y tombe en venant de l'eau. Car en venant du verre, elle se réfléchit de la surface de l'air, & ne s'y rompt plus du tout, quoique son angle d'incidence soit encore d'environ 49 dégrés 50 minutes, & en venant de l'eau, elle se rompra encore sur l'air au dessous de cet angle, & n'en sera point totalement réfléchie, jusqu'à ce qu'il soit diminué d'environ 8 dégrés 25 minutes, ou qu'il soit arrivé à n'être que de 41 dégrés 25 minutes. Et il ne s'ensuit nullement dans l'un ni dans l'autre cas, que la lumière se meuve plus ou moins facilement, plus ou moins vîte après sa réfléxion, qu'auparavant. Je m'expose à insister un peu trop sur les véritables idées qu'il faut attacher à ces expressions, après ce que Mr. *Newton* en a dit, parce qu'il est de la dernière importance de n'y laisser aucune obscurité, tant pour les différentes Théories que l'on pourroit se faire sur ce sujet, que pour savoir jusqu'où l'on doit suivre celle de Mr. *Newton*.

CII. On ne voit pas pourquoi entre tous les milieux, à la surface desquels la lumière se réfléchit & se rompt, l'un ne seroit pas, absolument parlant, & toutes choses d'ailleurs égales, plus propre que l'autre à réfléchir la lumière, à la réfléchir en plus grande quantité, de manière que toutes les fois qu'il y auroit réfléxion & réfraction, la réfléxion fût à proportion plus grande de dessus la surface d'un milieu, que de dessus celle de l'autre. Mais je ne sache pas que nous connoissions cette propriété absolue & spécifique des milieux par rapport à la lumière, ou que nous en

en puissions rien déterminer autrement que par la rélation dont il a été parlé dans l'article ci-dessus. Je veux dire, que le plus de disposition d'un milieu à réfléchir les parties de la lumière, ne nous est connu que par son moins de force réfringente comparée à celle d'un autre, ou par la différente réfringence des deux; comme on vient de voir dans l'article précédent à l'égard de l'air, qui est plus réfléchissant, quand la lumière y tombe obliquement du verre, & moins réfléchissant lorsqu'elle y vient de l'eau. Encore cette force réfléchissante n'est-elle pas exactement celle dont nous parlons, & ne peut que nous fournir une induction très équivoque pour en juger. Nous nous arrêterons donc là-dessus à cette proposition d'expérience, énoncée dans Mr. *Newton*: Qu'*entre les surfaces des corps transparens, celles-là réfléchissent le plus de lumière, qui sont entre des milieux dont les densités réfringentes diffèrent le plus entr'elles*, & qu'*il ne se fait point de réfléxion dans les confins des milieux également réfringens*. La propriété Réfléchissante entre deux milieux est donc toujours dans ce sens rélatif, en raison inverse de leur réfringence au passage réciproque de la lumière, de l'un dans l'autre, c'est-à-dire, *en raison inverse de la facilité ou de la vitesse* (Art. LX. & LXI.) *avec laquelle elle se meut dans ces milieux.*

CIII. *Rem.* 21. Il n'y a rien là qui ne soit très conforme à la saine Physique, & qui ne réponde aux idées qu'on peut se faire de la différente contexture des corps. Car on voit bien en gros, & je ne le détaillerai point ici davan-

davantage, que plus la lumière va trouver de difficulté à se mouvoir dans le nouveau milieu, soit par rapport à l'arrangement de ses parties propres, ou aux petites atmosphères qui les environnent, ou aux fluides quelconques qui en remplissent les intervalles, plus elle y trouvera de quoi se détourner, s'arrêter, & être répoussée, & que le changement de toutes ces circonstances arrivant aux confins des deux milieux, c'est là que se doit faire le détour, ou la réfléxion, selon que ce changement est plus grand.

On explique par-là fort naturellement plusieurs phénomènes qui participent de la Réfléxion, & de la Réfraction; par exemple, comment des corps opaques deviennent transparens, quand on les imprègne d'eau, ou d'huile, & réciproquement comment des corps transparens cessent de l'être, quand on les réduit en poudre. Car tous les corps n'étant, comme on sait, qu'une assemblage de parcelles plus ou moins *pellucides* ou transparentes, tous deviennent opaques à force de redoubler d'épaisseur, & transparens à force d'être amincis. Or ce n'est vraisemblablement qu'à la multiplicité presque infinie de réfléxions de la lumière sur ce nombre prodigieux de parties, dont la réfringence diffère beaucoup de celle de l'air ou de tel autre fluide dont le corps en total est environné, ou dont ses interstices sont remplis, qu'est due son opacité. Ces parties ainsi conçues, sont autant de nouveaux milieux sur chacun desquels la lumière doit, & se rompre, & se réfléchir. Elle s'y dissipera donc enfin, & d'autant

d'autant plutôt, toutes choses d'ailleurs égales, que la réfringence des parcelles propres du corps diffère davantage de celles du fluide qui les environne. Car, selon l'article précédent, les réfléxions y sont alors d'autant plus grandes par rapport aux réfractions. Mais si ce corps est tel par le tissu de ses parties, qu'il puisse être imprégné de quelque fluide dont la réfringence approche de la leur, & que ce fluide en remplisse assez intimement les intervalles pour parvenir jusqu'à toucher celles qui, si elles étoient détachées, seroient transparentes, il en résultera un tout lié, & transparent; parce qu'alors les réfractions viennent à surpasser d'autant plus les réfléxions. Tout cela est palpable, pour ainsi dire, par l'exemple d'un tas de verre pulvérisé, & par-là devenu blanc & opaque. Il reprend une partie de sa diaphanéité, si on le plonge dans l'eau; beaucoup plus dans l'esprit de Vin, & plus encore dans l'esprit de Thérébenthine, selon la gradation de réfringence de ces liqueurs, & selon qu'elles approchent davantage de l'égalité par rapport à celle de chacun des grains de verre.

Limites & rapports des différentes vitesses de la Lumière, entant qu'elles se manifestent par les différentes Couleurs.

CIV. Il est évident que depuis la moindre jusqu'à la plus grande réfrangibilité de la Lumière, déterminées par les deux extrémités du Spectre, & par sa longueur, qui est finie, il y doit avoir une infinité de réfrangibilités dif-

différentes, ou (*Art. XCI. Corol.* 39.) une infinité de dégrés de vitesse. Et puisque les différentes couleurs de la lumière se trouvent inséparables de ses différentes vitesses (*Art. XC*), il y aura donc aussi, entre les mêmes limites, une infinité de différentes couleurs. Et cela est rigoureusement vrai, si l'on y comprend toutes les différentes nuances renfermées sous le nom générique de chaque couleur. Car on remarque en effet une infinité de teintes dans le cours ou dans la latitude des bandes de chacune des couleurs du Spectre, & même dans le passage des unes aux autres. Chacune de ces couleurs ou nuances pourroit donc à la rigueur être appellée *primitive*, en ce qu'elle dépend d'un dégré déterminé de réfrangibilité ou de vitesse, qui lui est propre, & l'on peut dire, qu'il y a dans la lumière tout autant de couleurs *primitives*, c'est-à-dire, une infinité. Mais en nous conformant là-dessus au langage ordinaire, & à celui de Mr. *Newton*, nous n'avons fait mention jusqu'ici que des cinq couleurs *primitives*, *Rouge*, *Jaune*, *Verd*, *Bleu* & *Violet*, proprement dits, dont cet Auteur a parlé au commencement de son Optique, & de ses Leçons posthumes d'Optique, ou du moins nous n'avons indiqué que ces cinq couleurs dans les divisions du Spectre des figures précédentes. Mais Mr. *Newton* y ayant regardé de plus près, & pensant peut-être aussi à l'analogie que quelques Auteurs avoient déja cru appercevoir entre les couleurs de la Lumière, & les sept tons de la Musique, prit garde, qu'entre le *rou-*

ge & le *jaune*, il y avoit une bande d'une largeur ſenſible, qui participoit de l'un & de l'autre, & qui étoit *orangé*; & de même entre le *bleu céleſte* & le *violet*, une baude *bleu-foncé* ou *indigo*. Nous compterons donc avec lui ſept couleurs *primitives*, dans l'ordre ſelon lequel elles paroiſſent ſur l'image réfractée du Soleil, de bas en haut, lorſque l'angle réfringent du Priſme eſt tourné en embas; Savoir, *Rouge*, *Orangé*, *Jaune*, *Verd*, *Bleu*, *Indigo* & *Violet*, comme déterminant autant de réfrangibilités croiſſantes, & de viteſſes décroiſſantes; quoique par leurs nuances, ou par leurs intermédiaires, on en pût imaginer une infinité. En un mot, de quelque nom que l'on qualifie ces couleurs, nous ne faiſons attention ici qu'au dégré de réfrangibilité & de viteſſe, qui les diſtingue ſur le Spectre à l'endroit où elles commencent ſenſiblement de paroitre, & nous ſuppoſerons comme exact tout ce que Mr. *Newton* en a enſeigné à cet égard. Nous n'aurons preſque auſſi qu'à rappeller les évaluations qu'il a faites de ces réfrangibilités, & des ſinus qui les déterminent.

CV. * Soit *ABC* un Priſme de verre diſpoſé comme nous venons de dire dans l'article précédent, *SL* un rayon du Soleil qui tombe obliquement ſur la face *AC* de ce Priſme, qui le traverſe en *LK*, & qui en ſort par la face *BC*, pour retourner de-là dans l'air *KFH*. Si autour du point *K*, comme centre, on décrit le cercle *DNGH*, &

* Fig. 27.

& qu'ayant mené le diamètre *DG*, perpendiculairement à *BC*, on abaisse les sinus *NM*, *FE*, *IO*, *HR*, &c. sur ce diamètre, des points *N*, où le rayon incident *LK* vient couper ce cercle, & *F*, *I*, *H*, &c. où les rayons rompus au point *K*, divergens, & colorés, viennent semblablement le couper, on trouvera toujours que *NM*, sinus du complément de l'incidence *NKC*, sur la surface réfringente *BC*, est aux sinus *FE*, *HR*, sinus des complémens de réfraction *FKB*, *HKB*, des rayons homogènes *KF*, *KH*, les moins, & les plus réfrangibles, en raison à peu-près de 50 à 77 & 78: qui avec leurs intermédiaires *KI*, &c. par rapport aux sept couleurs ou à leurs limites, font tout de suite en montant, 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78. Mais nous avons démontré en 1722 & 1723, *Art.* *X*, *LIII*, &c. que les forces ou vitesses de tout mobile étoient avant & après la rencontre du plan réfléchissant, ou réfringent, en raison inverse des Sinus des complémens de l'incidence & de la réfléxion, ou de la réfraction, rapportées à ce plan. Donc les vitesses décroissantes des rayons rompus & colorés, successivement plus réfrangibles, seront comme ces fractions $\frac{1}{77}$, $\frac{1}{77\frac{1}{8}}$, $\frac{1}{77\frac{1}{5}}$, $\frac{1}{77\frac{1}{3}}$, $\frac{1}{77\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{77\frac{2}{3}}$, $\frac{1}{77\frac{7}{9}}$, $\frac{1}{78}$.

CVI. *Corol.* 43. Les limites des couleurs, & leurs soutendantes *Tt*, *tV*, &c. ou *θτ*, *τυ*, &c. sur le Spectre *TP*, ou *θP*, reçu sur

fur un carton blanc en *PT*, ou *Pt*, ayant entr'elles les mêmes rapports de distance ou de longueur, que les différences des tangentes *GT*, *Gt*; *Gt*, *GV*, &c. & de si petites différences de tangentes ayant sensiblement les mêmes rapports entr'elles, que les différences de leurs Sinus, ou que les parties *tτ*, *τv*, &c. d'une ligne quelconque *Pt*, qui coupe les rayons colorés sous un angle fini, il suit que les intervalles entre les limites des couleurs du Spectre, indiqueront les différences des Sinus de réfraction, & des réfrangibilités de la lumière que constitue chacune des couleurs, & par conséquent les différences de leurs vitesses.

C'est ce qui est résumé ici par un extrait de la Figure * que j'en donnai l'année dernière, à l'occasion des Tons de Musique, où le Spectre *AFTMGP* est divisé selon les rapports dont nous venons de parler, & d'après les expériences & les calculs de Mr. *Newton*.

De l'Analogie particulière des sept Couleurs du Spectre, avec les sept Tons de Musique.

CVII. Il n'est point question ici de l'analogie que Mr. *Newton* a remarquée entre les sept Tons de Musique & les sept Couleurs qui résultent de l'application d'un objectif de Lunette contre un verre plan, en raison des racines cubiques des quarrés des longueurs des cordes qui produisent ces tons, & que quel-

* Fig. 21.

quelques Auteurs ont confondue avec celle des couleurs Prismatiques. Car cette analogie se rapporte à de tout autres circonstances que celles qui font notre objet, & n'est point du tout la même que celle des espaces colorés que donne le Prisme.

Si l'on divise harmoniquement le Monochorde par rapport au Ton mineur, c'est-à-dire, en $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{16}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{9}$, de maniere que la Toute (1) ou la corde fondamentale donnant *Re*, par exemple, & une de ses moitiés l'octave de ce *Re* en haut, on ait de suite sur l'autre moitié tous les intervalles diatoniques des Tons ascendans, *Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, *Si*, *Ut*, *re*, il est évident que les cordes de ces tons seront entr'elles comme, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; ou, supposant la Toute de 720 parties, comme ces nombres, 720, 640, 600, 540, 480, 432, 405, 360.

Cela posé, si l'on prend les intervalles diatoniques, $720 - 640 = 80$, entre *Re* & *mi*; $640 - 600 = 40$, entre *mi* & *fa*; &c. & que l'on compare le rapport qu'ils ont entr'eux avec celui que les soutendantes ou distances des limites des couleurs du Spectre (Fig. 28.) $A\mu$ ou $G\lambda$, $\mu\kappa$ ou $\lambda\iota$, &c. ont entr'elles, on trouvera ces rapports les mêmes de part & d'autre; & si la moitié de toute la corde est égale à *AF* ou *GM*, la soutendante du *Violet*, $G\lambda$, vaudra 80, comme l'intervalle de *Re* à *mi*, celle de l'*Indigo*, $\lambda\iota$, vaudra 40, comme l'intervalle de *mi* à *fa*, & ainsi de suite.

C'est-là succinctement en quoi consiste l'ana-

nalogie que Mr. *Newton* a trouvée entre les sept couleurs du Spectre, qu'il appelle *primitives*, & les sept tons de Musique, & que nous avons ramenée au système du *Si*, aujourdhui le seul en usage en France; analogie cependant qui ne règne qu'entre des valeurs absolues d'un côté & des différences de l'autre. Sur quoi je renvoye aux 3me & 4me *Eclaircissemens*, qui suivent mon Mémoire de l'année passée sur le Son, où j'ai traité cette matière dans un assez grand détail.

Quant à l'analogie de propagation, entre la Lumière & le Son, les Couleurs & les Tons en général, on peut voir le Mémoire même, & les autres *Eclaircissemens* qui l'accompagnent.

CVIII. *Rem.* 22. On sait que le *blanc* & le *noir*, selon la Théorie de Mr. *Newton*, ne sont pas proprement des couleurs, l'un n'étant que l'assemblage des rayons de la lumière de toute espèce & de toute couleur, & l'autre n'en étant que la privation; *Descartes*, avec ses plus anciens disciples, ne diffèrent point en cela de Mr. *Newton*. Mais ne pourroit-on point, conformément au langage ordinaire, & dans un autre sens, traiter le *blanc* & le *noir* de vraies couleurs, en ce qu'ils font partie de cette sorte de sensations par lesquelles nous discernons les objets de la vue, & leurs bornes parmi ceux qui les environnent? Ne pourroient-ils point l'être aussi comme termes ou extrêmes de la quantité de lumière propre à chaque couleur, dont le *blanc* seroit alors la commune mesure? Car ces quantités ont sans doute entr'elles,

tr'elles, & avec le *blanc*, des rapports bien différens de ceux de leurs dégrés de réfrangibilité, & de leurs vitesses. Mr. *Newton* ne s'éloigne pas de cette idée, quand il dit, que le *jaune* & l'*orangé* sont de toutes les couleurs prismatiques *les plus lumineuses*, parce que, selon lui, *elles affectent plus fortement les sens que toutes les autres ensemble*. Après ces deux, il met le *rouge* & le *verd*, &c. de sorte qu'on pourroit ranger ses sept couleurs primitives dans cet ordre, *Jaune*, *Orangé*, *Rouge*, *Verd*, *Bleu*, *Indigo*, & *Violet*.

C'est, si je ne me trompe, à cette manière de comparer les couleurs entr'elles, & avec le blanc ou la lumière, que sont dues la plupart des analogies qu'on en a imaginées avec les tons de Musique, avant que les expériences, & les idées de Mr. *Newton* sur ce sujet fussent connues.

Il paroit qu'*Aristote* a cru que les couleurs avoient entre elles un certain rapport, à raison de leur mélange de *blanc* & de *noir*, & que les plus agréables étoient celles où ce rapport étoit *de nombre à nombre*, & le plus simple, par exemple, *de 2 à 3*, *de 3 à 4*, *& semblables*, *comme les tons harmoniques* *. Mais c'est certainement sur une pareille idée, que roule tout ce que Mr. *De la Chambre* donna vers le milieu du Siècle passé, touchant l'analogie des Couleurs & des Tons, dans son Livre de *Nouvelles Observations & Conjectures sur l'Iris*, où cette matière est traitée plus amplement qu'en aucun autre endroit que

* *De Sensu & Sensibil.*, cap. ii.

que je ſache. C'eſt, dis-je, ſur ce que l'eſpèce particulière des couleurs conſiſte dans la *quantité de lumière qui entre en chacune*, & ſur la ſenſation plus ou moins agréable qu'il croit qui en réſulte.

Cela poſé, & que le *Verd* qui *occupe le milieu de l'Iris céleſte*, & de l'*image* priſmatique *du Soleil*, eſt, *par le conſentement général de tous les peuples*, *la plus agréable de toutes les couleurs*, *comme l'octave*, en raiſon de 2 à 1, *eſt la plus parfaite de toutes les conſonances*, *Mr. De la Chambre* ne balance pas à mettre le *verd* en raiſon double, ou plutôt, ſoudouble avec le *blanc*: Et ayant établi enſuite ſur ce fondement, & ſur pluſieurs inductions tirées de la rélation qu'il juge que les qualités ſenſibles ont entre elles, les rapports de toutes les autres couleurs avec les tons, il en forme enfin cette ſuite harmonique deſcendante.

BLANC.	JAUNE.	ROUGE.	VERD.	BLEU.	POURPRE.	NOIR.
Ton fondamental.	Quarte.	Quinte.	Octave.	Onzième, ou *Quarte redoublée.*	Douzième, ou *Quinte redoublée.*	Quinzième, ou *double Octave.*

Voilà en abrégé ſon *Syſtême des couleurs & des harmonies.*

Cet exemple entre pluſieurs ſuffit, pour montrer la vague, l'arbitraire, & le mal entendu qui règnent dans ces prétendues analogies. Car comment meſure-t-on ces rapports de lumière, & d'agrément entre les autres couleurs, & le *verd*? Comment les détermine-t-on au juſte, & de nombre à nombre? S'enſuit-il que le *verd* ne ſoit que

de

de moitié aussi lumineux que le *blanc*, parce qu'il est la plus agréable des couleurs, ou la plus amie de l'organe ? Selon le principe, ce seroit au *gris* d'avoir cette prérogative, comme formé d'une égale quantité de blanc & de noir, & tenant par-là le vrai milieu ? Enfin quel rapport y a-t-il entre la force ou l'intensité des sons, & leurs valeurs toniques ou musicales, pour les comparer avec les différentes intensités de la lumière ? Le *sol* qui sonne le plus foiblement au-dessus de l'*ut*, en est-il moins la *quinte*, que celui qui sonne le plus fortement, & n'est-ce pas par là seulement que ces deux tons, & leurs vibrations sont commensurables, plutôt que par leur plus ou moins de force ? Mais c'est encore ici la méprise perpétuelle qu'on trouve dans une infinité de livres, & que j'ai relevée ailleurs *.

De la distinction marquée des sept couleurs du Spectre, & de leurs latitudes.

CIX. Je ne veux point passer sous silence une difficulté, ou plutôt une question que l'on peut faire sur les couleurs Prismatiques, quoique je n'espère pas y satisfaire pleinement.

On peut demander, pourquoi n'y a-t-il que sept couleurs distinctement marquées sur le Spectre ? Pourquoi ont-elles une si grande latitude ? Pourquoi les nuances de l'une à l'autre en ont-elles une si petite ? ou pourquoi

* Mémoires de l'Acad. 1737. p. 29.

quoi le passage en est-il si brusque? Car puisque les couleurs Prismatiques résultent des différens dégrés de Réfrangibilité ou de vitesse de la lumière, & que depuis un bout du Spectre jusqu'à l'autre, il y a une infinité de ces dégrés, chaque lumière véritablement homogène, ne devroit former qu'une bande horisontale infiniment étroite dans l'expérience du Prisme, & par conséquent tout le Spectre ne devroit être qu'un tissu de nuances, parmi lesquelles il seroit impossible d'assigner une largeur finie à aucune couleur? Il est vrai que quelques-unes de ces couleurs sont visiblement la nuance ou la couleur moyenne des deux entre lesquelles elles sont placées; tel est (Fig. 28.) l'*Orangé*, entre le *Rouge* & le *Jaune* dont il participe, & le *Bleu foncé* ou *Indigo*, entre le *Bleu céleste* & le *Violet*. Il est vrai encore que ces couleurs ne sont pas uniformes dans leurs latitudes; que les unes, du côté du Spectre où se trouvent les plus lumineuses, se dégradent peu-à-peu, en s'éclaircissant, à mesure que la Réfrangibilité augmente, comme on le voit dans le *Rouge* & dans l'*Orangé*, & les autres en s'obscurcissant, comme on le voit dans le *Bleu céleste* en allant à l'*Indigo*, & dans celui-ci en allant au *Violet*. Enfin il est constant que si l'on regarde de près, ou avec une Loupe, les limites des couleurs les mieux terminées, & les plus distinctes de celles qui leur sont contigues, on y découvrira une infinité de petites couleurs ou nuances différentes. Voilà, si l'on veut, un petit jour qui commence à se répandre sur cette matière; mais il

il ne suffit pas pour empêcher qu'on n'insiste, & qu'on ne demande encore, pourquoi n'y a-t-il qu'une grande couleur intermédiaire, par exemple, le *Verd*, entre le *Bleu* & le *Jaune*, l'*Orangé* entre le *Jaune* & le *Rouge*, & non pas plusieurs ou une infinité? Ne sont-ce pas des couleurs bien différentes, d'une continuité, & d'une latitude que les dégradations de clair ou d'obscur n'empêchent pas d'être distinguées bien sensiblement de leurs voisines? Et pourquoi ces petites couleurs ou nuances intermédiaires, que l'on remarque sur les limites, sont-elles si resserrées, au lieu d'être répandues sur toute la latitude des deux couleurs adjacentes de part & d'autre? Pourquoi en un mot ces couleurs adjacentes conservent-elles invariablement leur dénomination particulière, & pourquoi la sensation différente que nous en recevons est-elle si marquée, & si homogène dans tout l'espace occupé sur le Spectre par chacune d'elles?

CX. Comme il n'y a certainement aucun rapport direct de nature ni de quantité entre nos sensations & les objets extérieurs qui les occasionnent, il ne seroit pas surprenant que la question demeurât toujours insoluble. Mais il ne sera pas inutile d'y faire encore quelque attention, pour se convaincre au moins, que la doctrine de Mr. *Newton* sur les Couleurs, non plus que la Théorie que nous y avons appliquée, qui ne roulent que sur les faits & sur le calcul, n'en sont pas moins certaines.

Remarquons donc, 1. Que le défaut d'analo-

nalogie entre nos ſenſations & leurs objets extérieurs eſt ôté en quelque ſorte & indirectement par l'entremiſe des organes de nos ſens. Car on ne peut diſconvenir qu'il n'y ait une proportion de force ou de grandeur entre la ſenſation & les ébranlemens de l'organe. Quelle que ſoit la cauſe d'inſtitution ou de droit à qui cette rélation eſt due, l'expérience que nous en faiſons tous les jours ne nous permet pas de douter que cette rélation n'éxiſte, & que nos ſenſations ne ſoient d'autant plus fortes, que l'organe dont elles dépendent a été plus fortement ébranlé. Or il eſt clair que les ébranlemens de l'organe ont un rapport méchanique & calculable avec le choc des corps qui le frappent; il n'eſt donc pas impoſſible d'établir quelque analogie entre nos ſenſations & les forces des corps extérieurs, entre nos ſenſations de couleur, par exemple, & les différentes viteſſes de la lumière qui les occaſionnent, ou qui en ſont inſéparables, ni même, à certains égards, de la calculer.

2. Obſervons que pluſieurs de nos ſenſations de même genre changent d'eſpèce à la ſeule occaſion d'un petit changement en plus ou en moins, arrivé à une même modification de l'objet qui agit ſur nos organes; un peu plus ou un peu moins d'activité de la part du feu, change notre ſenſation de chaleur en un ſentiment de plaiſir ou de douleur; un peu plus ou un peu moins de viteſſe dans les vibrations du corps ſonore, nous font entendre des tons fort différens; comme un peu plus ou un peu moins de viteſſe dans les

rayons

rayons de la lumière nous font voir toutes les couleurs du Spectre, ou en sont inséparables, quelles que puissent être d'ailleurs les autres modifications des corpuscules lumineux compliquées avec leurs vitesses; ainsi qu'il a été expliqué en son lieu.

3. Que les intensités différentes de l'objet, & la force des ébranlemens de l'organe qui s'ensuivent, quelque grandes ou petites qu'elles soient, ne changent rien ou presque rien à l'espèce de sensations tant que la modification correspondante de l'objet demeure de même quantité. Ainsi la force du Son ne change rien au ton, le même ton pouvant être fort ou foible, jusqu'à nous étourdir, ou à devenir presque imperceptible, sans devenir plus haut ou plus bas, quoique l'augmentation ou la diminution d'un 100me dans la vitesse des vibrations du corps sonore y apporte un changement très sensible. Et de même la lumière colorée provenant de la 100me partie des rayons du disque du Soleil, séparés par le Prisme, ou de tout son disque, & par-là cent fois plus ou moins forte, ne nous fera éprouver que la même sensation de couleur, tant que sa réfrangibilité ou sa vitesse restera la même, quoiqu'un 78me de différence entre ses réfrangibilités ou vitesses renferme les extrêmes des changemens capables de produire en nous toutes les différentes sensations de couleur possibles.

4. Que malgré la finesse & la délicatesse des fibres de nos organes, il faut cependant que le changement arrivé à la modification des objets dont ils sont, pour ainsi dire, les

juges,

juges, soit d'une certaine quantité finie pour devenir sensible; sans quoi l'espèce de sensation demeure indistinctement la même. Ainsi la fréquence des vibrations du corps sonore ne venant à changer, par exemple, que d'un 800me, qui ne fait qu'environ la moitié d'une *Eptaméride* de Mr. *Sauveur*, l'oreille la plus délicate aura bien de la peine à discerner si le ton est haussé ou baissé, ou même s'il a changé en aucune manière: & je doute aussi que les yeux les plus fins puissent appercevoir aucune différence dans la couleur absolue qui n'auroit changé que d'un 3000me de réfrangibilité ou de vitesse.

5. Sur quoi il y a encore ici une observation importante à faire, c'est que deux modifications qui diffèrent assez peu entr'elles pour ne pouvoir être distinguées absolument ou successivement, le pourront être jusqu'à un certain point, & entre des limites plus resserrées, lorsqu'elles viendront à être considérées l'une près de l'autre en même tems & rélativement. Ainsi deux cordes qui ne diffèrent dans leurs fréquences de vibration que de ce 800me que nous avons dit être insensible en une même corde frappée successivement, pourront bien être distinguées de l'unisson parfait, lorsqu'elles sonneront ensemble; & de même deux couleurs ou plutôt deux nuances, celle du *Rouge*, par exemple, qui ne diffèrent que d'un 3000me de réfrangibilité ou de vitesse, & qu'on n'auroit pu distinguer séparément, paroîtront d'une différence sensible, étant vues l'une près de l'autre sur la bande *rouge* du Spectre, dont cette 3000me

partie

partie de réfrangibilité ou de Sinus ne répond qu'à environ la 5me partie de sa largeur, & qui est, de même que les autres bandes colorées du Spectre, toute composée de proche en proche de ces nuances séparément *indiscernables*. Ce qui peut devenir l'objet d'une recherche curieuse sur les tensions & extensions successives ou simultanées des différentes fibres de nos organes, mais dont nous nous abstiendrons ici, n'ayant besoin que du fait.

CXI. Cela posé, qu'y aura-t-il d'extraordinaire que ces petits accroissemens de réfrangibilité ou décroissemens de vitesse de la part de la lumière, qui constituent la largeur des bandes colorées du Spectre, soient insuffisans pour changer l'espèce de sensation que nous apellons *couleur*, & qu'ensuite étant arrivés à un certain dégré, la moindre augmentation ou diminution sensible fasse parvenir les ébranlemens de l'organe qui leur répondent, à un dégré de fréquence, ou de commensurabilité par rapport à la tension commune de ses fibres, qui soit capable de produire en nous la nouvelle sensation de couleur que nous éprouvons dans l'expérience dont il s'agit? Qu'il n'y ait que sept ou un moindre nombre de couleurs plus particulièrement distinctes que les autres, cela n'a rien en soi de plus surprenant que les sept Tons de l'Octave, à la distinction & à l'intonation desquels nous avons assurément été déterminés par la nature, & par la construction des organes de l'Oreille & de la Voix, par les commensurabilités plus simples, & par-là

plus

plus perceptibles des vibrations qui en font naître le sentiment, & par mille autres circonstances méchaniques pareilles avant que l'art s'en mêlât, & qu'il nous y fît remarquer les divisions en *Comma*, en *Mérides*, & en *Eptamérides*. Je n'ai garde de donner ces conjectures pour des preuves complettes, & pour une entière solution de la difficulté; mais il me semble qu'elles sont valables pour affranchir le Systême de Mr. *Newton* de toute incongruité sur ce sujet.

Du reste, on voit que les changemens de Ton en exigent de très considérables dans les rapports de vitesse qui les constituent; par exemple, de 9 à 10, de 15 à 16, pour monter du *La* au *Si*, du *Si* à l'*Ut*, en intervalle de $\frac{1}{10}$, & de $\frac{1}{16}$, au-lieu qu'un changement de rapport de 579 à 580, de 1028 $\frac{1}{2}$ à 1029 $\frac{1}{2}$, suffit pour aller, par exemple, du *Jaune* à l'*Orangé*, de l'*Orangé* au *Rouge*, en intervalle de $\frac{1}{579}$, & de $\frac{1}{1029\frac{1}{2}}$. Et cela sans doute par la souplesse différente des organes de l'Ouie, & de ceux de la Vue, comme nous l'avons expliqué l'année dernière, en donnant raison de ce qu'il ne pouvoit y avoir ni redoublemens ni Octaves dans les Couleurs, ainsi qu'il y en a dans les Tons de Musique.

DE LA DIFFRACTION.

CXII. Tous les Opticiens avant le P. *Grimaldi* ont cru que la Lumière ne pouvoit se répandre ou se transmettre que de trois manières, savoir, par *voye directe*, ou en ligne droite,

droite, par *Réfraction*, & par *Réflexion*; mais ce savant homme y en ajouta une quatrième qu'il avoit observée dans la Nature, & qu'il appella *Diffraction*. C'est cette inflexion des rayons qui se fait à la superficie ou auprès de la superficie des corps, & d'où résulte non seulement une plus grande ombre que celle qu'ils devoient donner, mais encore différentes couleurs à côté de cette ombre, fort semblables à celles de l'expérience ordinaire du Prisme. Pour se convaincre en gros du phénomène, & sans beaucoup de préparatifs, il n'y a qu'à regarder le Soleil à travers les barbes d'une plume, ou auprès des bords d'un chapeau, ou de tel autre corps filamenteux, & l'on appercevra une infinité de petits arc-en-ciels, ou franges colorées. La principale raison du P. *Grimaldi*, pour établir que la Diffraction étoit réellement une quatrième espèce de transmission de la Lumière, & pour la distinguer de la Réfraction, est qu'elle se fait, comme il le pense, sans l'intervention d'aucun nouveau milieu. A l'égard de Mr. *Newton*, qui a décrit ce phénomène avec beaucoup d'exactitude, & qui en a encore plus détaillé les circonstances & les dimensions que le P. *Grimaldi*, il n'a rien décidé formellement, que je sache, de sa vraye ou prétendue différence avec celui de la réfraction, ne voulant pas même, comme il le dit à ce sujet, entrer dans la discussion, si les rayons de la Lumière sont corporels ou ne le sont pas. *De natura radiorum, utrum sint corpora nec ne, nihil omnino disputans* *. Cependant

D 2

* *Princip. l. 1. Schol. Prop. 96.*

dant il a exclu du phénomène, sans restriction, & sans rien mettre à sa place, la Réfraction ordinaire de l'air *.

Pour moi, qui avouerai franchement ne pouvoir former aucun doute sur la nature de la Lumière à cet égard, & qui l'ayant considérée jusqu'ici comme un corps, n'ai pu la faire détourner de ses directions ou de ses tendances, qu'à l'occasion d'autres corps, je ne ferai aussi aucune difficulté de dire que la Diffraction me paroît être une vraye Réfraction, telle que je l'ai expliquée dans les deux dernières Parties de ces Recherches. Je n'y vois d'autre différence, sinon qu'elle se fait à la rencontre, je ne dis pas de l'air ambiant, mais d'un autre milieu invisible, & vraisemblablement de cette petite atmosphère que mille expériences nous démontrent, qui environne les corps, & qui peut varier de réfringence, & de mouvemens à l'infini, selon leur différente contexture, ou les mélanges de matière qui les composent. J'ai lu, répété, & tourné de plusieurs façons les expériences que les Auteurs dont je viens de parler en rapportent, l'un au commencement de sa *Physico-mathesis de Lumine*, l'autre dans le 3me Livre de son *Optique*, & je n'y ai rien trouvé qu'on ne puisse ramener à cette idée, & à la Loi méchanique de laquelle je ne crois pas qu'on doive jamais se départir sur ce sujet.

† CXIII. Car soit *ABCD* le profil ou la coupe d'un cheveu, ou d'un fil délié de métal;

* Optiq. L. 3. † Fig. 22.

tal; *IAKTDH* son atmosphère de matière réfractive, plus résistante par rapport à la lumière que l'air, & *RR* un trait de lumière reçu par un fort petit trou dans la chambre obscure, & auquel on a opposé le corps *ABCD* à quelques pieds au de-là.

Le fait est que si l'on reçoit l'ombre du fil *AC* sur un plan, à quelques pieds de distance du fil, par exemple en *NZ*, elle y sera trouvée, toutes déductions faites, beaucoup plus grande qu'elle ne devroit l'être, à raison du diamètre de ce fil. On verra de plus de part & d'autre des limites de l'ombre en *NL*, *ZQ*, des bandes ou franges de lumière colorée.

Mais un nouveau milieu *IAKTDH*, de figure cylindrique, & que les rayons *RI*, *rF*, *ϱG*, d'une part, & *RX*, *rS*, *ϱK*, de l'autre, ont à traverser plus difficilement que l'air, ne seroit-il pas suffisant pour produire tous ces effets? Pour détourner ces rayons de *I* en *N*, par exemple, de *F* en O, & de O en *E*, de *G* en *H*, & de *H* en *L*; & de même de l'autre côté du corps *AC*, de *X* en *Z*, de *S* en *T*, & de *T* en *V*, de *K* en *P*, & de *P* en *Q*! Et pour y produire des couleurs à peu-près comme celles du Prisme, tant à cause de la figure cylindrique du nouveau milieu, que des différens dégrés de réfringence qu'il peut avoir en différentes couches plus ou moins proches du corps *AC*! Que l'ombre du cheveu soit plus grande qu'elle ne doit l'être, il n'y a rien là de surprenant; c'est celle de son atmosphère plutôt que la sienne. On ne voit point, il est vrai, cette atmos-

phère, ou ce nouveau milieu; mais le détour de la lumière, auprès du corps *Diffringent* ne permet pas de douter qu'il n'existe, à moins qu'on ne suppose que le changement de direction arrivé à ces rayons, qui sont matière, leur est survenu sans l'opposition d'aucune matière dans le lieu où s'est fait le détour. Voit-on mieux, & n'admet-on pas cependant, la matière magnétique & électrique autour d'un Aiman, ou d'un morceau d'Ambre? Je crois donc être fondé à regarder la Diffraction comme une véritable Réfraction; & cela par la grande Règle de Mr. *Newton* même, qu'*il ne faut point multiplier sans nécessité les causes des effets naturels, & qu'ainsi les effets naturels de même genre doivent être attribués à des causes semblables.*

CXIV. Il ne faut point dissimuler que les effets de la Diffraction sont très composés, & qu'en conséquence, pour les expliquer par une atmosphère réfringente, il faut la supposer aussi très composée. Sur l'idée générale que nous avons d'abord donnée de ces effets, & sur la notion que l'on en prend communément dans les Auteurs, on s'imagineroit peut-être que les couleurs *N*, *E*, *L*, d'un côté de l'ombre, & *Z*, *V*, *Q*, de l'autre côté représentent simplement la suite des couleurs de la Lumière, chacune des bandes ou franges ne donnant qu'une de ces couleurs. Mais ce sont bien distinctement tout au moins trois ordres ou suites de couleurs de chaque côté, & posées l'une auprès de l'autre à peu-près comme les Spectres d'autant de Prismes ajustés l'un sur l'autre au dessus & au dessous du corps diffringent

gent *ABCD* *. Ces trois suites de franges ou de couleurs sont représentées ici dans leurs proportions ou approchant (Fig. 30.), par rapport à l'ombre O du cheveu, & marquées sur leur milieu des mêmes lettres que leurs correspondantes dans la Figure 29. Ainsi la prémière, en partant de l'ombre, est *N* d'un côté, & *Z* de l'autre, la seconde *E* & *V*, & la troisième *L* & *Q*. On voit dans la prémière, de part & d'autre, en venant de l'ombre, les couleurs suivantes, *Violet*, *Indigo*, *Bleu pâle*, *Verd*, *Jaune*, *Rouge*; dans la seconde, en suivant le même ordre, *Bleu*, *Jaune*, *Rouge*; & dans la troisième, *Bleu-pâle*, *Jaune-pâle*, & *Rouge*.

CXV. On pourroit d'abord expliquer cette multiplicité de suites de couleurs d'une manière assez simple, & sans composer beaucoup l'atmosphère réfringente qui entoure le corps *ABCD*, Fig. 29. Car si l'on imagine des tangentes menées de part & d'autre du point *I* & du point *X*, & de même d'autres tangentes sur les points *F*, *G*, ou *K*, *S*, & *O*, *H*, ou *T*, *P*, il en résultera un Prisme à base dodécagone, ou, si l'on veut, plusieurs portions de Prismes triangulaires de différent angle réfringent; de manière qu'en *I* ou *X*, sera le Prisme de l'angle réfringent le plus obtus; en *F*, *O*, ou *S*, *T*, celui dont les faces réfringentes par leur concours formeroient un angle moins obtus; & en *G*, *H*, ou *K*, *P*, celui où elles formeroient un angle aigu. Ainsi il ne seroit pas étonnant que chacun des rayons com-

* Fig. 30.

composés, *R*, *r*, *ϱ*, se décomposât à part en ses couleurs sur chacun de ces Prismes de différent angle, & que leurs Spectres étant reçus sur un même plan, s'y trouvassent en des lieux différens. La surface courbe & cylindrique donne, il est vrai, une infinité de ces faces diversement inclinées à l'incidence des rayons lumineux; mais on voit bien que jusqu'à ce que l'inclinaison des unes à l'égard de plusieurs autres devienne finie ou sensible, ou, ce qui la même chose, jusqu'à ce qu'il y en ait un assez grand nombre pour faire un total capable de changer sensiblement la valeur de l'angle d'incidence, & que la réfraction, qui se fait, par exemple, en *G*, par rapport à celle qui se fait en *F*, &c. soit sensiblement différente, la suite ou l'ordre des couleurs prismatiques ne doit pas changer de lieu. La courbure ou le changement insensible & gradué des inclinaisons doit seulement apporter ici quelque trouble aux couleurs, aux latitudes de leurs bandes, & à l'anticipation réciproque des unes sur les autres, comme on le remarque en effet dans le phénomène, qui n'est pas le même dans toutes ces parties que celui qui résulte du Prisme ordinaire, ou d'un Prisme tel que seroit celui que nous venons de décrire. Mais nous allons voir que tout cela est encore bien douteux, ou tout au moins bien compliqué par les circonstances physiques qui s'y mêlent.

CXVI. Selon que Mr. *Newton* l'a conçu, & que les expériences paroissent l'indiquer, les rayons *R*, que la Figure 29 suppose aller se peindre en *N*, ou en *Z*, s'écartent moins de

de l'ombre que les rayons *r*, qui vont se peindre en *E*, ou en *V*, & ceux-ci moins que les rayons *ρ*, qui vont se peindre en *L*, ou en *Q*, & qui sont ceux qui s'écartent le plus de l'ombre ou de la bande d'ombre & de lumière, & les uns & les autres se croisent en *Y*. Ainsi la refraction est d'autant plus grande dans *IPK*, que les rayons passent plus près du corps diffringent *ABCD*. Cependant tout le contraire devroit arriver dans une atmosphère cylindrique homogène, puisque la Réfraction croit avec l'obliquité de l'incidence des rayons, & que l'incidence en *I* est plus oblique qu'en *F*, & en *F* qu'en *G*, &c. Il faut donc imaginer que les couches de l'atmosphère *IPK*, augmentent de réfringence de *I* vers *A*, en approchant du corps *ABCD*, ou que cette atmosphère est composée dans toute son étendue de parties hétérogènes à cet égard, de manière que les plus proches de la surface du cheveu, ou du centre de sa section, ou en général celles de la plus grande force réfringente renvoyent en *L* les rayons qui forment la troisième suite de couleurs en partant de l'ombre, que les plus éloignées du centre, ou, en quelque lieu qu'elles soient, que celles de la moindre force les renvoyent en *N*, pour y faire la prémière suite, & les moyennes en *E*, pour y faire la seconde; & ainsi de l'autre côté, *Q*, *Z*, *V*, &c. Voilà sans doute quelque chose de bien composé pour une atmosphère de cheveu; mais le plus petit rayon de lumière sensible l'est il moins, dès qu'il contient des parties capa-

bles d'exciter en nous tous les sentimens des couleurs?

CXVII. Quand je parle de ces couches ou parties quelconques de différente réfringence de l'atmosphère *LPK*, il faut toujours entendre que c'est en total dans le même sens par rapport à la réfringence de l'air. C'est-à-dire, par exemple, que la lumière s'y écarte toujours plus de la perpendiculaire en y entrant obliquement, que dans l'air; mais en plus grand rapport en certains endroits qu'en d'autres. C'est en ce sens, comme je l'ai d'abord indiqué, qu'il y a lieu de juger que l'atmosphère qui produit la Diffraction, est plus réfringente que l'air. Cependant, à ne considérer que quelques-unes de ces expériences, on pourroit imaginer ce plus de réfringence totale en sens contraire; & expliquer par-là le phénomène. Car en ce cas, les rayons colorés venant à concourir sur l'axe du cone lumineux, s'y décusseroient ou croiseroint au de-là de l'atmosphère, par exemple, en *dsca*, & iroient, après cette décussation, se peindre en ordre renversé en *n*, *e*, *l*, & en *z*, *u*, *q*; c'est-à-dire, que ceux dont l'incidence a été au dessus du corps diffringent, viendroient au dessous de l'ombre, & au contraire de ceux dont l'incidence a été au dessous; mais il en résulteroit des effets semblables à ceux du cas opposé, ou dont la différence seroit difficile à observer. Combinez cette nouvelle vue avec la réfringence croissante ou décroissante vers le centre, & avec le calcul des angles d'incidence par rapport à la figure du nouveau milieu, & vous verrez

verrez combien tout ceci pourroit devenir compliqué. Quoiqu'il en soit, je ne puis douter qu'il n'y ait dans la Diffraction quelques rayons détournés & *infléchis* vers l'axe du cone lumineux, & voici ce qui me le persuade.

CXVIII. Lorsqu'on n'est pas encore exercé aux expériences de la Diffraction, on n'y voit guère d'abord que des bandes d'ombre & de lumière paralléles à la projection du cheveu, ou de tel autre corps diffringent. Un peu d'attention & d'adresse y font appercevoir ensuite du *Violet* ou du *Bleu*, & du *Rouge*; le *Verd* & le *Jaune* qui sont entre deux, & vis-à vis les lettres de la Fig. 30, n'y paroissant que comme de grandes bandes de lumière sans couleur. Enfin avec quelques précautions de plus, & en inclinant le papier ou carton blanc à l'axe du cone lumineux, selon le conseil & la pratique de Mr. *Newton*, on parvient à y découvrir toutes les couleurs qu'il a décrites, & que nous avons rapportées ci-dessus, *Art. CXIV.* C'est cette inclinaison du carton, qui, en élargissant à volonté toutes ces bandes, est d'un grand secours pour en démêler les couleurs. Je me suis servi avec cela le plus souvent d'une assez forte Loupe, & je me suis apperçu que l'ombre même du cheveu étoit toujours teinte d'un *Violet* grisâtre, & plus claire dans son milieu que par ses bords. Je crus au commencement que la transparence du cheveu en étoit la cause, & que c'étoient plutôt des rayons transmis directement, &, pour ainsi dire, filtrés, que réfractés par inflexion. Mais

je retrouvai bientôt le même phénomène, en mettant à la place du cheveu des fils de métal, soit poli, soit mat, du fil d'archal, des épingles, & des aiguilles assez grosses, & qui n'avoient certainement aucune transparence. J'y voyois cependant cette différence, que les bords de l'ombre de ces corps faisoient presque toujours deux bandes beaucoup plus foncées que celles du cheveu, & quelquefois tout-à-fait noires; mais le milieu entre deux n'en paroissoit que plus clair, & toujours de ce *Violet* grisâtre dont je viens de parler. Voilà donc encore dans le phénomène de la Diffraction un nouvel ordre de réfractions produites par quelque couche inférieure de l'Atmosphère ambiante, qui rapproche de la perpendiculaire, & de l'axe du cone, des rayons que les couches supérieures en écartent; mais qui n'agit sensiblement que sur les rayons *violacés*, les plus foibles de tous.

On a en grand un effet tout semblable à cette infléxion de rayons vers l'axe, dans la plupart des Eclipses de Lune, où l'ombre qui fait l'Eclipse est presque toujours uniquement celle de l'atmosphère de la Terre, plutôt que celle de son globe proprement dit, dont le cone d'ombre ne peut que dans des cas fort rares aller jusqu'à la Lune, comme il est aisé de le prouver par le calcul de leurs distances ordinaires, & par celui des réfractions horisontales. Et c'est à cette circonstance qu'est due la visibilité de la Lune pendant ses Eclipses, & la couleur rougeâtre dont elle y paroit peinte.

CXIX. Enfin il y a dans la Diffraction une singularité que je ne dois pas omettre, & qui dépend encore à mon avis, de la composition ou hétérogénéité de l'atmosphère qui la produit. C'est que les rayons colorés s'y écartent de l'axe du cone lumineux en sens contraire à l'ordre de leur réfrangibilité. Car ce sont les rayons *Violets* ou *Bleus* qui y sont intérieurs & le plus près de cet axe, dans chacune des suites, & les *Rouges* extérieurs ou le plus loin du même axe; comme on a pu voir par la description de la Fig. 30. Or il est aisé de se convaincre que cela ne sauroit jamais arriver par une atmosphère homogène, de figure cylindrique, sphérique, sphéroïde, ou cylindroïde quelconque.

Soit *ANG* * cette atmosphère ou simplement sa coupe, soit *A*X l'axe du cone lumineux, & *YN*, le rayon incident. Si l'on suppose que la lumière se meut avec moins de vitesse dans ce nouveau milieu que dans l'air, & qu'elle s'y écarte da la perpendiculaire, il est évident que la séparation des rayons colorés qui se fait au point *N*, éloignera davantage de *AX* les rayons *Violets* ou *Bleus*, que les *Rouges*, & que les prémiers iront, par exemple, en *I*, & les seconds en *G*; de manière qu'à leur seconde réfraction, à leur sortie de ce milieu pour rentrer dans l'air, en se rapprochant de la perpendiculaire, ils divergeront encore en même sens, l'un vers *IV*, l'autre vers *GR*. Ainsi les *Rouges*, *R*, seront toujours intérieurs, & les *Violets*, *V*, extérieurs.

Sup-

* Fig. 31.

Supposons ensuite que le milieu *ANG* soit tout le contraire, c'est-à-dire, que la lumière s'y meuve avec plus de facilité & de vitesse que dans l'air; le contraire de ce que nous venons de remarquer arrivera aux mêmes rayons colorés *Ng*, *Ni*, les uns rouges, les autres violets, jusqu'à leur décussation *dsca*. Mais cette décussation rétablissant ensuite à cet égard, ce que la nouvelle hypothèse de réfringence y avoit renversé, & les rayons rouges, *gs*, passant en *sr*, & les violets, *is*, en *sv*, il est clair que les prémiers se trouveront encore intérieurs après cette décussation, en *r*, & les seconds extérieurs, en *v*. Or on n'observe guère les suites & l'ordre des couleurs dont il s'agit que bien loin au de-là du point de décussation, Donc, &c.

Comment se peut-il donc faire que l'expérience de la Diffraction donne les rayons violets ou bleus intérieurs, & les rouges extérieurs, dans l'ordre énoncé ci-dessus. *Violet*, *Indigo*, *Bleu-pâle*, *Verd*, *Jaune*, *Rouge*, & que les prémiers qui sont les plus foibles, semblent par-là se maintenir mieux dans leur direction contre la force étrangère qui agit pour les en détourner, que les derniers, qui sont les plus forts? Il faut reconnoître ici nécessairement, dans cette atmosphère que les rayons de lumière ont à traverser, des parties de différente résistance ou de différent mouvement, qui repoussent les rayons rouges avec plus de force que ceux de toute autre espèce, à peu-près comme la matière électrique de l'existence de laquelle tout le monde

monde convient quelque invisible qu'elle soit, repousse plus fortement certaines substances, & notamment certaines couleurs que les autres.

Mais pour nous faire une idée moins vague de la possibilité de ce méchanisme, imaginons que l'atmosphère *ANG*, à mesure qu'elle approche de sa source ou du corps diffringent, augmente de densité, de résistance, ou de réfringence, par exemple, en raison inverse des quarrés, des cubes, ou de telle autre fonction des distances; de manière qu'à une certaine profondeur, en allant de la surface au centre, cette réfringence du milieu croit en plus grand rapport, que la réfrangibilité des rayons colorés ne décroit, en allant du violet au rouge. Cela posé il est clair que le rayon rouge *NG*, par cela même qu'il a plus de force, qu'il est moins réfrangible, & qu'il se détourne moins de sa prémière direction *YN*, que le violet, *NI*, passera plus près du centre que le violet; mais par cela même aussi il ira plutôt réncontrer une couche de l'atmosphère qui le repoussera, & le recourbera brusquement vers *NI*, & avec plus de force qu'il n'en avoit pour s'en écarter. Il croisera donc bientôt la route *NI* ou semblable, que tient le violet, & il lui deviendra extérieur par rapport à l'axe du cone lumineux, &c.

Si l'hypothèse d'un milieu moins résistant à la lumière que l'air avoit lieu, on trouveroit de même, que les rayons colorés *Ng*, *Ni*, donnent l'inverse de cet effet, jusqu'à leur décussation de part & d'autre sur l'axe *AX*, &

& qu'enfuite leur pofition entre eux, & par rapport à cet axe, devient la même que celle des *NG*, *NI*, du cas oppofé.

Remarquons encore un phénomène qui fe mêle quelquefois avec ces expériences de la Lumière, une trépidation, ou une Diffraction changeante par fecouffes, & qui eft encore plus vifible aux bords du cone lumineux projetté bien loin au de-là d'un grand Gnomon, lorfque la lame de métal où en eft le trou, vient à être échauffée par les rayons du Soleil. Pourroit-on attribuer ce trémouffement de l'image Solaire à autre chofe qu'à la fluctuation que produit la chaleur, foit dans le fluide propre qui enduit ou environne les bords du métal, foit dans l'air qui les touche; car ce fera toujours l'équivalent d'une atmofphère diffringente? Je fais du moins qu'on fe garentit de cet inconvénient, ou qu'on le diminue beaucoup, en appliquant un peu de glace fur le métal, ou en le tenant couvert, & en ne le découvrant que vers l'inftant de l'obfervation.

Je ne poufferai pas plus loin ces recherches fur la Diffraction. Il me paroit que ce n'eft en tout ceci que quelques circonftances de fait, ou l'art de les découvrir, qui nous manquent, mais qu'il n'y a rien d'ailleurs qui puiffe infirmer la Théorie que nous y avons employée.

CXX. *Remarque* 23. Quelle que foit, en général, la matière réfractive, qui couvre comme un vernis léger la fuperficie des corps & de leurs petites parcelles, elle fe manifefte encore par la réfléxion de la lumière que l'on fait

fait tomber ſur la ſurface des corps polis de toute eſpèce, tranſparens ou opaques, & de quelque figure qu'ils ſoient, plane, convexe, ou concave.

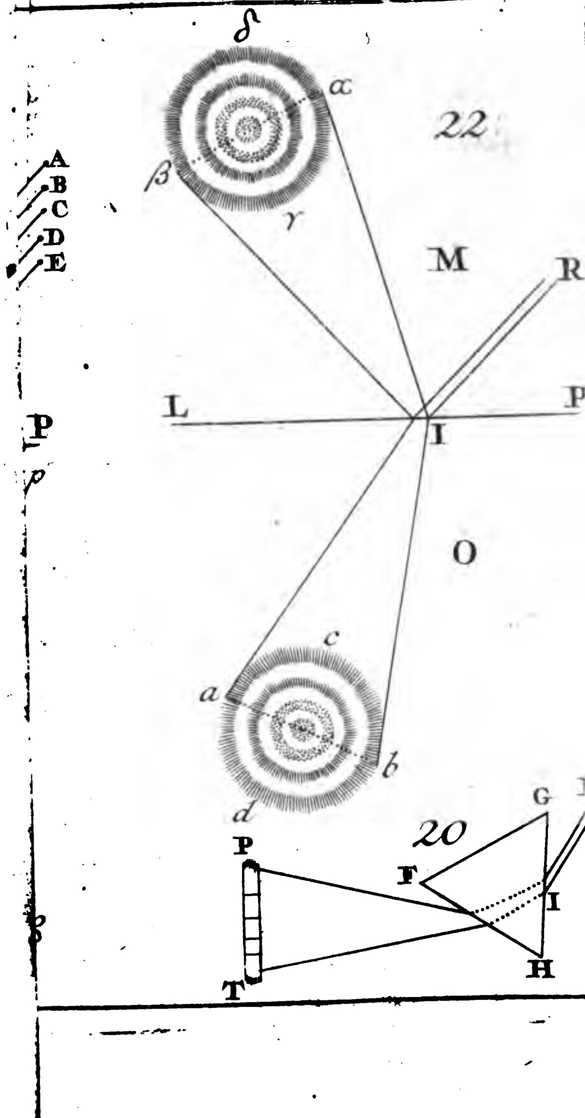
Entre pluſieurs expériences par leſquelles on peut s'en convaincre, en voici une fort facile. Ayant diſpoſé toutes choſes dans la chambre obſcure, comme pour l'expérience ordinaire de la Diffraction, excepté que le trou par où paſſe la lumière doit être un peu plus grand, & d'environ un tiers de ligne, ou une demi-ligne de diamètre, recevez cette lumière à 6, 8, 10 ou 12 pieds de diſtance, ſur une lame de cuivre, par exemple, qui ſoit bien poli, & faites-la réfléchir obliquement ſur un carton blanc, ou ſur du papier enduit de blanc d'Eſpagne, comme celui qu'on prépare pour les Tablettes à écrire. Alors tournant le dos au volet d'où vient le jour, & regardant avec une loupe la lumière réfléchie ſur ce papier, vous la verrez comme un tiſſu de Moſaïque, ou comme une groſſe Moire dont la chaîne ſeroit fréquemment interrompue, & dont chaque brin ſeroit peint de bleu, de verd ou de jaune, & de rouge nuancés, autant que le peut permettre la petite latitude des bandes de chacune de ces couleurs. Variez cette expérience par toutes les ſubſtances & par toutes les figures qu'il vous plaira, vous retrouverez toujours le même phénomène, à quelques différences près, provenant des figures & des inégalités phyſiques de la ſurface réfléchiſſante, ſelon qu'elle a été limée ou polie plus ou moins. Car il me paroit hors de doute, que ce nombre infini de petits Spectres ou

ou de petites franges colorées, n'est dû qu'à la petite atmosphère quelconque qui enduit les grains du corps réfléchissant, & dans laquelle la lumière souffre une double réfraction, avant que de venir tomber sur le papier, à peu-près comme dans les goutelettes de pluye qui nous font voir l'arc-en-ciel; sans quoi la simple réfléxion ne la décomposeroit jamais en ses couleurs, comme on peut s'en convaincre par tout ce qui a été démontré précédemment sur la Réfléxion.

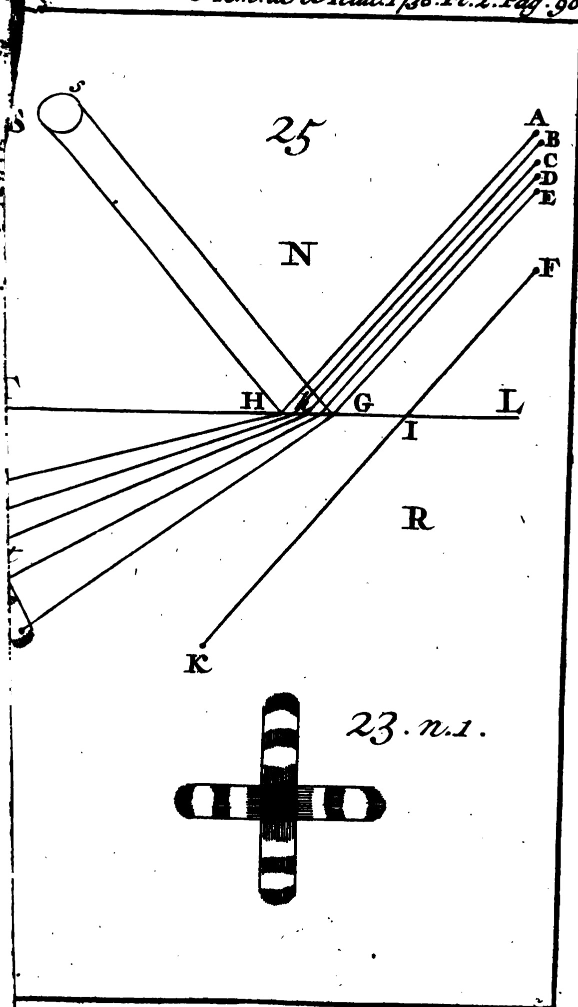
Du reste j'attribue plutôt cet effet à la petite atmosphère, qu'aux grains mêmes, ou aux parties anguleuses ou filamenteuses de la matière propre du corps, qui pourroient couvrir sa superficie, & que leur extrême ténuïté rendroit transparentes; parce que la réfraction qui se manifeste ici ne peut guère aller au dessus ou au-dessous de celle de l'air à l'Ether. Mais nous savons certainement que la réfringence de la plupart des matières avec lesquelles on peut faire cette expérience aussi-bien que celles de la Diffraction, comme le Verre, le Cristal, &c. est de beaucoup plus grande, & se fait même vraisemblablement en sens contraire.

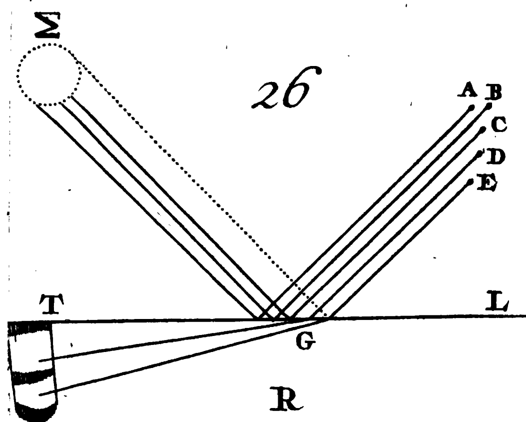
A l'égard de la réfléxion totale, qui n'est dans tous ces cas, à la vue simple, & hors de la chambre obscure, qu'une lumière proprement dite, & sensiblement assez dense, malgré ce nombre infini d'éparpillemens, & cette dispersion de couleurs, j'espère montrer par d'autres expériences, & sur le même fondement, qu'elle ne se fait pas non plus sans une séparation de parties colorées, mais

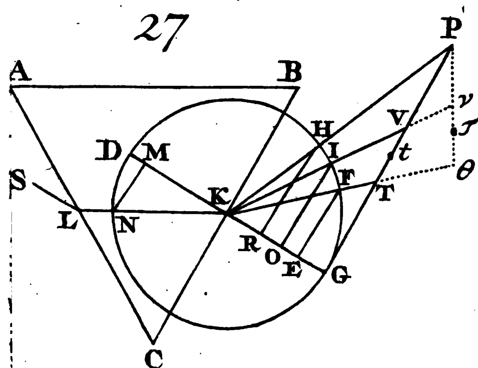
plus

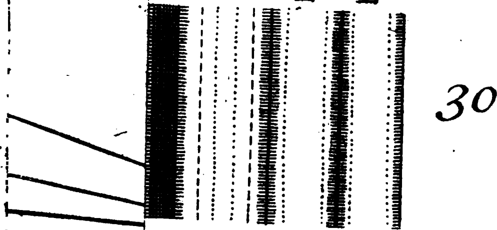


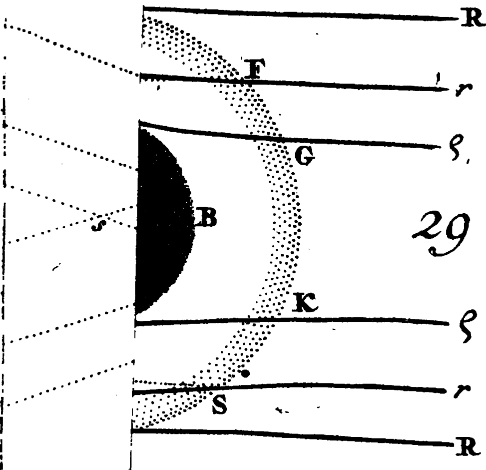
22
δ
α
β
γ
M
R
L
P
I
O
c
a
b
d
20
G
F
I
H
P
T
A
B
C
D
E
P
p


25
N
A
B
C
D
E
F
H
G
L
I
R
K
23. n. 1.


Σ
26
A
B
C
D
E
T
L
G
R


27
P
A
B
H
V
ν
D
M
I
t
θ
S
K
F
T
L
N
R
O
E
G
C


N
E
L
30


R
F
r
ϱ
G
B
29
K
ϱ
r
S
R

plus uniforme; & qu'ainsi les Caustiques par réfléxion qui en résultent lorsque la lumière tombe, par exemple, sur une surface polie cylindrique, ou sphérique, concave, sont colorées par leurs bords auprès & au de-là de leurs foyers, comme les Caustiques par réfraction, quoique d'une manière différente quant aux circonstances, à la latitude des bandes, & à l'ordre des couleurs. Je ne donnerai point ces expériences sans examiner ce qu'on en peut conclure sur les Télescopes par réfléxion, entant qu'ils remédient à *l'aberration* des rayons colorés. En attendant j'observerai, que lorsqu'il s'agit de certaines inductions délicates touchant les couleurs prismatiques, on doit se défier des expériences qui en ont été faites par le moyen d'un rayon de lumière réfléchi de dessus un miroir plan de métal sur le Prisme, ou sur quelque autre milieu réfringent ou réfléchissant dont on a besoin; ainsi qu'on en use quelquefois pour éviter l'assujettissement des heures où le Soleil entre dans la chambre obscure, de la hauteur & selon la direction requises, ou faute d'une chambre obscure située comme il convient. Car il y a certainement des cas, où les couleurs de réfléxion dont je viens de parler pourroient causer bien des erreurs dans ces expériences, ou les rendre très équivoques. Mais les détails dans lesquels il faudroit entrer pour expliquer, ou pour justifier plus particulièrement toutes ces choses, me conduiroient beaucoup au de-là des bornes que j'ai prescrites à ce Mémoire, & qu'il est tems de lui donner.

RE-



REMARQUES ET ECLAIRCISSEMENS PAR L'ANATOMIE COMPARÉE,

Sur plusieurs articles de la 2de. Partie du Traité de Borelli, de Motu Animalium, *imprimé à Rome* 1681.

PREMIER MEMOIRE.

Par Mr. WINSLOW*.

Sur le mouvement de la respiration, Chapitre VII. Propos. LXXXI. jusqu'à la XC.

J'EXAMINE en particulier dans ce Mémoire, les mouvemens de dilatation & de contraction de la Poitrine, & les organes tant osseux que musculaires par lesquels on les exécute. Et comme l'Auteur dans la prémière partie de son Traité, à déja fait quelques remarques sur les Côtes & sur les Muscles intercostaux, & parlé du Diaphragme & des Muscles du Bas-ventre, il sera nécessaire d'en rapporter l'extrait.

Dans la Proposition LXXXIX. de cette prémière Partie, il fait observer : 1. Que les Côtes se peuvent mouvoir & se tourner sur

* 25 Janvier 1738.

sur leurs appuis difficilement, & par un mouvement peu manifeste. 2. Que les deux centres de leur mouvement ne sont pas stables, en ce que le Sternum, auquel est attachée la petite tête ou extrémité antérieure de chaque Côte, n'est pas ferme ou fixe, comme le sont les Vertebres de l'Epine du Dos, où est attachée la tête ou extrémité postérieure de la même Côte. 3. Que les Côtes ne conservent pas leur courbure, mais sont comme des arcs dont les extrémités s'écartent un peu, ce qu'il explique ailleurs par ressort, & qu'ainsi non-seulement elles ont l'usage de levier à double appui, comme l'os de la Mâchoire inférieure, mais qu'elles ont aussi le ressort d'arc, *vim arcûs.*

Dans la Proposition XC. de la même prémière Partie, aprés avoir rapporté une expérience pour conjecturer la force des Muscles intercostaux, qui étoit de soulever un fardeau considérable appliqué à une vessie de Porc affaissée, en soufflant par la petite ouverture du cou de cette vessie: il est cependant vrai, dit-il, que dans un tel effort de souffle les Muscles du Bas-ventre concourent aussi avec le Diaphragme. *Verum est tamen, quod in tali inflatione violenta concurrunt quoque musculi abdominis cum diaphragmate, &c.*

Dans la Proposition CXX. de cette prémière partie, il ne parle que de l'examen de la force des Muscles intercostaux, duquel examen il ne s'agit point pour le présent.

Mais pour revenir aux Propositions de la seconde Partie du Traité de Borelli, indiquées

quées dans le titre de mon Mémoire, voici la prémière.

PROPOSITION LXXXI.

Exponuntur Phænomena, quæ in motu Respirationis observantur.

„ Exposition des Phénomènes qui s'obser-
„ vent dans le mouvement de la
„ Respiration.

L'illustre Auteur, pour mieux traiter du méchanisme de ces mouvemens, a trouvé à propos de commencer par les phénomènes qui s'y observent. Il n'en expose que six, sa. voir. 1. Les alternatives de l'entrée ou intromission de l'air par les narines & par la bouche dans la cavité de la poitrine. 2. Que les intervalles d'inspiration & d'expiration ne font ni si fréquens, ni n'arrivent en même tems que les pulsations du cœur. 3. Qu'on peut volontairement accélérer, retarder, aggrandir ces alternatives, mais qu'on ne peut pas par la volonté les empêcher tout-à-fait sans être suffoqué & mourir. 4. Que dans les animaux terrestres & dans les oiseaux la matière de respiration ne peut être que l'air, & même l'air d'une consistance convenable. 5. Que dans l'inspiration l'air s'insinue dans les poumons & les gonfle, & que dans l'expiration ils se dégonflent. 6. Mesurer au moyen d'un tuyau de verre & un peu d'eau de savon, la quantité d'air qui occupe la poitrine dilatée dans l'inspiration.

De

De ces six phénomènes il n'y a que le prémier dont il s'agit présentement. Mais j'ai cru devoir y en ajouter plusieurs autres qui m'ont paru mériter attention, & pouvoir encore donner lieu à quelques remarques particulières par l'Anatomie comparée, nonobstant la très grande difficulté d'en expliquer une partie avec netteté. Les voici.

1. Quand on est couché sur un côté, les Côtes de ce côté sont arrêtées sans mouvement sensible, pendant que les Côtes de l'autre côté se meuvent continuellement. Ce qui arrive aussi, quand étant debout ou assis, on panche latéralement la Poitrine sans pancher en même tems la région lombaire; car alors les Côtes d'un côté sont comprimées les unes sur les autres, & par conséquent leur mouvement est fort diminué, pendant que celles du côté opposé continuent le leur.

2. On peut volontairement si fort serrer & rendre étroite la Poitrine, qu'elle quitte presque par-tout la chemise, & cesse de la toucher, de sorte qu'il y a comme un espace vuide tout autour entre la poitrine & la chemise; & alors les Côtes restent presque immobiles. On peut continuer ce serrement volontaire pendant un tems considérable, sans néanmoins discontinuer les réciprocations ordinaires de la respiration, qui alors ne sont extérieurement perceptibles que par un plus grand mouvement des Muscles du Bas ventre.

3. Quoique par la volonté on puisse accélérer, augmenter, ralentir, diminuer ces vicissitudes, & qu'on ne puisse pas les empêcher tout-à-fait, sans suffoquer & mourir; néan-

néanmoins on peut volontairement si fort dilater la Poitrine, en écartant les Côtes & en avançant le Sternum, qu'un habit médiocrement juste, devient étroit jusqu'au point de faire sauter les boutons ou de créver. Les Côtes restent aussi dans cet état comme immobiles, & on peut de même continuer cette dilatation volontaire pendant un tems considérable, sans discontinuer les réciprocations ordinaires de la respiration, qui alors aussi ne se font sentir extérieurement que par les mouvemens réciproques des Muscles du Bas-ventre, mais plus foibles que dans le cas précédent.

4. Pendant les efforts pour soutenir des fardeaux, pour pousser ou traîner quelque chose avec violence, on trouve le mouvement alternatif des Côtes très petit, & quelquefois entièrement arrêté; on peut néanmoins continuer quelque tems ces efforts sans une diminution sensible de l'alternative ordinaire d'inspiration & d'expiration.

5. Le même phénomène paroit se trouver continuellement, mais comme maladie, dans ceux dont la plevre est ossifiée à l'entour, ou les Côtes anchylosées, comme on l'a observé par la dissection des cadavres. On l'observe encore dans les Malades d'inflammation de la Poitrine. On y voit un grand mouvement de la voute du Bas-ventre, pendant qu'à peine on sent celui des Côtes, que la douleur oblige d'arrêter.

6. On peut vonlontairement tenir pendant quelque tems les Muscles du Bas-ventre par une violente contraction, roides, immobiles & comme enfoncés dans sa capacité, sans

néan-

néanmoins empêcher l'alternative ordinaire de la respiration par le mouvement des Côtes, qui alors est plus grand & plus sensible que quand les mouvemens réciproques des deux capacités, c'est-à dire, de la Poitrine & du Bas-ventre, sont dans leur liberté ordinaire.

7. On peut aussi pendant quelque tems tenir la capacité du Bas-ventre fort poussé en avant, comme gonflée ou très remplie, & néanmoins avec cela réciproquer la respiration par le mouvement des Côtes, qui néanmoins est alors plus pénible que dans les autres phénomènes.

8. On peut, après une médiocre inspiration ou expiration, tenir la bouche fermée & les narines bouchées, sans respirer un nouvel air plus longtems qu'à l'ordinaire, si pendant ce tems on a soin de mouvoir continuellement les Côtes comme quand on respire librement, & par ce moyen faire monter & descendre alternativement dans la cavité de la bouche & dans la Poitrine, l'air qui est resté enfermé.

9. Quand on fait lentement une grande expiration, on sent le ventre s'applatir par dégrés; mais quand on la fait précipitamment, comme quand on tousse, qu'on éternue, qu'on chasse un amas de flegme hors de la poitrine, ou quand on la fait avec effort, comme en chantant d'un certain ton, &c. on sent dans le même instant le ventre poussé en devant, & devenir plus ou moins gonflé avec une espèce de dureté.

10. Les mouvemens de respiration sont presque entièrement arrêtés pendant des ef-

forts passagers plus ou moins violens, comme quand soulève un fardeau pesant, on rompt une corde, on pousse par embas des excrémens durs, on appuye fortement la main, &c.

11. Ce qui arrive aux mouvemens ordinaires de la respiration, quand on bâille, on crache, on mouche, on vomit, on éternue, & par le hoquet, &c. Je ne parle point ici des effets particuliers qui arrivent au reste du corps par les contraintes forcées des mouvemens ordinaires de la respiration, comme quand on se force à crier, à chanter, à pleurer, à sanglotter, à jouer de certains instrumens à vent, &c.

12. On peut ajouter à ces phénomènes, ce que le serrement de la poitrine par les corps ou les corsets de femme, & ce que le serrement du ventre par les ceintures des postillons & tant en course, produisent par rapport aux mouvemens ordinaires de la respiration.

Je rendrai, le mieux qu'il sera possible, raison de tous ces phénomènes, après mes Remarques sur les Propositions de Borelli, qui concernent la méchanique du mouvement de la Respiration.

PROPOSITION LXXXIV.

Motus Inspirationis fit à Musculis intercostalibus & à Diaphragmate simul operantibus.

„ Le mouvement d'Inspiration se fait par les „ Muscles intercostaux & le Diaphragme „ coopérans ensemble.

N'ayant trouvé aucune difficulté dans les deux

deux Propositions précédentes, dont la LXXXII. porte que les Poumons ne concourent à la Respiration que d'une manière purement passive, & la LXXXIII. marque en général que l'Inspiration dépend de l'action des Muscles, qui servent à rendre plus ample la cavité de la Poitrine, je les passe entièrement pour m'attacher à la LXXXIV. Proposition, dont je partagerai le Commentaire que Borelli fait là-dessus, en trois Articles: le I. sur l'Inspiration en général par les Muscles intercostaux & le Diaphragme; le II. sur l'exclusion des autres Muscles, & le III. sur les deux rangées des Muscles intercostaux.

I. Article.

Borelli commence le Commentaire sur cette Proposition par attaquer l'opinion de ceux qui font dépendre de l'action du Diaphragme seul la Respiration douce & spontanée. Il fait observer que dans le repos nous sentons très manifestement en nous-mêmes l'élévation des Côtes & du Sternum, & que nous la voyons très clairement dans ceux qui dorment. De-là il prétend prouver que l'Inspiration ne se peut faire sans le secours des Muscles intercostaux, & que l'action du seul Diaphragme, au-lieu de produire l'élévation des Côtes, l'empêcheroit plutôt, & même rétréciroit la cavité de la Poitrine, en tirant vers le centre toutes les Côtes auxquelles le Diaphragme est attaché, & en abaissant le Sternum auquel il tient aussi. Ensuite il conclut en général que pour l'Inspiration quel-

conque (*ad quamlibet inspirationem*), il faut nécessairement les concours & l'action commune des Muscles intercostaux & du Diaphragme tout ensemble. Ce n'est pas seulement le mot *quamlibet* qui me fait dire qu'il conclut généralement, mais je suis encore plus porté à me le persuader par la dernière conclusion de tout ce Commentaire, comme on verra ci-après.

REMARQUES.

Si Borelli avoit prévu le 2, le 4 & le 5me des phénomènes ajoutés ci-dessus, il n'auroit pas conclu d'une manière générale, que l'Inspiration ne se peut faire sans la coopération des Muscles intercostaux avec le Diaphragme. J'avois déja avancé dans l'Exposition Anatomique (*Traité des Muscles*, n°. 1166. & 1167): „ Que le mouvement du Diaphragme se peut „ faire indépendemment de celui des Côtes, „ & par conséquent sans le secours des Mus„ cles qui les meuvent; qu'on peut inspirer „ continuellement par le moyen du Dia„ phragme, soit que les Côtes se meuvent, „ soit qu'elles restent immobiles, soit que „ par leur moyen on tienne la Poitrine fort „ dilatée pendant longtems, soit que par le „ même moyen on la tienne fort serrée ou „ rétrécie, & que cela n'empêche pas le „ Diaphragme de faire ses mouvemens en „ même tems ". Alors je ne m'étois proposé que de faire la simple exposition de ce que je venois d'avancer, m'étant réservé pour une autre occasion de le prouver par les phéno-

mènes

mènes que j'ai rapportés ici, & par l'explication anatomique de ces phénomènes. Je conviens avec Borelli, que l'inspiration se fait naturellement & pour l'ordinaire par l'action des Muscles intercostaux avec celle du Diaphragme, mais non pas que le concours des intercostaux soit nécessaire à toute inspiration, ou, ce qui revient au même, que l'inspiration ne se puisse faire par le Diaphragme sans le secours des intercostaux. Pour mieux entrer dans le détail de l'éclaircissement sur ce prémier article du Commentaire de Borelli, il faut auparavant rapporter le contenu du second.

II. Article de la LXXXIV. Proposition.

Borelli marque ici, comme en passant, qu'il lui paroît impossible que les deux rangées de Fibres qui se croisent dans les Muscles intercostaux, ayent différens usages; savoir, que les unes servent à dilater la Poitrine & à l'inspiration, & que les autres serrent la Poitrine, & produisent l'expiration. Et après avoir rapporté deux raisons par lesquelles il prétendoit en montrer l'inconvénient, il termine ainsi cet article: Il faut donc dire que toutes les Fibres croisées qui attachent deux Côtes voisines, produisent un seul effet, savoir le serrement & l'approximation mutuelle de ces Côtes, ce qui se fera par la même nécessité par laquelle des fils obliques inclinés vers les parties opposées, soulèvent perpendiculairement à l'horison le poids auquel ils sont attachés. *Dicendum est igitur*

quòd omnes fibræ decussatæ proximas costas colligentes, unicum effectum producunt, constrictionem nempe & mutuam approximationem earumdem costarum; quod efficietur eâdem necessitate, quâ obliquis filis inclinatis ad oppositas partes trahitur pondus appensum per directionem perpendicularem ad horizontem, ut supra ostensum est.

REMARQUES.

Comme Borelli traite encore des Muscles intercostaux dans la XC. Proposition, il me paroit plus convenable d'y renvoyer mes Remarques sur ces Muscles.

III. Article de la LXXXIV. Proposition.

Ensuite Borelli combat le sentiment, que les deux rangs des Muscles intercostaux ont différens usages. Mais comme ce qui suit cet article a plus de liaison avec le prémier, j'en ferai le second, & je remettrai pour le troisième son raisonnement particulier sur les Muscles intercostaux.

Qu'après cela, dit Borelli, il faille avoir recours aux six Muscles dentelés pour faire l'inspiration violente, je n'oserois l'assurer; car les deux grands Dentelés étant attachés à la base des Omoplates, tirent plutôt l'Omoplate en bas que les Côtes en haut. Les deux Dentelés postérieurs-supérieurs paroissent redresser les trois Vertèbres du Cou auxquelles ils sont attachés. Les Dentelés postérieurs-inférieurs, selon l'aveu des Anatomistes modernes, resserrent la Poitrine, &

par

par conséquent ne servent point à l'inspiration. Reste uniquement le Triangulaire du Sternum qu'on peut compter parmi les intercostaux.

Les autres Muscles de la Poitrine, continue Borelli, ne servent pas à l'inspiration, comme l'avouent tous les Anatomistes. Ceux de l'Abdomen peuvent seulement serrer (*constringere*) le Bas-ventre, pousser vers en haut les Viscères qui y sont renfermés, & par-là empêcher la descente du Diaphragme & la dilatation de la Poitrine, & ainsi produire l'expiration plutôt que l'inspiration. C'est ce que nous éprouvons, dit-il, en nous-mêmes par le Tact; car dans le mouvement de secousse par la Toux, le Bas-ventre devient serré (*stringitur*) par ses Muscles, non pas dans le moment que par l'inspiration nous faisons entrer une grande quantité d'air, mais quand après cela nous faisons avec beaucoup d'impétuosité l'expiration & l'expulsion de l'air, afin que moyennant cette expulsion rapide les flegmes se détachent de la Trachée, & soient chassés dehors par le crachement.

Donc, conclut-il, à l'exclusion de tous les autres Muscles, restent seulement les intercostaux avec le Diaphragme auxquels l'action de l'inspiration convienne (*quibus actio inspirationis competat*).

Et je ne me mets pas en peine, continue-t-il, de l'opinion vulgaire, que pour faire l'Inspiration la plus violente (*violentissimam*), les Muscles intercostaux avec le Diaphragme ne pourroient suffire sans le secours des Muscles pectoraux (c'est ainsi qu'il nomme en gé-

général les Mufcles qui environnent la Poitrine); car je vois que les mêmes Mufcles de la Main qui foutiennent le petit poids d'une once, peuvent auffi foutenir le grand poids de cent livres, & que les Mufcles de la Mâchoire, qui employent peu de force pour mâcher du pain mollet, en employent une très grande pour caffer les os durs; laquelle diverfité ne dépend pas de la multitude ou pluralité inégale des Mufcles, mais feulement de l'inégale force mouvante par laquelle ces mêmes Mufcles font en action (*agitantur*).

De tout ceci, dit à la fin Borelli, il eft permis de conclurre que le mouvement d'infpiration, foit douce & naturelle, foit violente, fe fait feulement par les Mufcles intercoftaux & le Diaphragme, opérans enfemble. *Ex his omnibus concludere licet, quod motus infpirationis, five placidus & naturalis, five violentus, perficitur folummodo à mufculis intercoftalibus & à diaphragmate fimul operantibus.*

REMARQUES.

Pour bien éclaircir les différens points qui fe préfentent dans ces trois articles, il eft d'abord fort à propos d'examiner avec toute l'exactitude, par l'Anatomie, les ufages des autres Mufcles qui, outre les intercoftaux & le Diaphragme, font auffi attachés aux Côtes, & cela pour favoir fi quelques-uns de ces ufages, & lefquels peuvent, d'une manière ou d'autre, plus ou moins influer fur le mouvement des Côtes, ou y concourir, foit pen-

pendant l'action des Muscles intercostaux; soit indépendemment de l'action de ces Muscles.

Boreilli, comme on vient de voir, parle des grands Dentelés, des Dentelés postérieurs-supérieurs, des Dentelés postérieurs-inférieurs, & des Muscles de l'Abdomen ou Bas-ventre. Il y fait aussi mention du Muscle triangulaire, mais il le met au rang des Muscles intercostaux. Il faut encore y ajouter les Scalènes, les grands Pectoraux, les petits Pectoraux, les Souclaviers, les longs Dorsaux, les Sacro-lombaires, les quarrés des Lombes, & même les Surcostaux, appellés communément les Releveurs des Côtes, & les Soucostaux. Mais comme il ne s'agit pour le présent que du mouvement de l'inspiration, je me bornerai dans cet article aux Scalènes, aux Souclaviers, aux grands Dentelés, aux grands Pectoraux, aux petits Pectoraux, aux grands Dorsaux, & aux Dentelés postérieurs-supérieurs; réservant pour la Proposition XC. les Surcostaux, les Intercostaux, & le Diaphragme, après des remarques sur l'artifice des Côtes, & sur la comparaison que Borelli en fait avec des arcs ou demi-cercles appuyés obliquement sur une muraille.

Je renverrai pour les Propositions suivantes, qui regardent l'Expiration en particulier, les autres Muscles, savoir les Soucostaux, les Sternocostaux, appellés communément le Triangulaire, les Dentelés postérieurs-inférieurs, les Muscles de l'Adomen ou du

Bas-ventre, les Sacro-lombaires, les longs Dorsaux, & les quarrés des Lombes.

Je finirai cette matière par l'Anatomie comparée dans les Remarques sur la XCV. Proposition de Borelli, où il en donne quelques exemples d'une manière très succincte.

1. LES MUSCLES SCALENES. Il y en a communément quatre, deux à chaque côté, placés latéralement le long des vertèbres du cou, différemment attachés ensemble aux apophyses transverses de ces vertèbres par plusieurs extrémités; & ensuite aux deux Côtes supérieures de chaque côté par quatre portions plus ou moins partagées, savoir, par deux portions à la prémière Côte, & par deux à la seconde. J'avois d'abord placé dans mon Exposition Anatomique, (*Traité des Muscles*, *n°*. 674), les Scalènes sous le titre des Muscles qui servent aux mouvemens de la Respiration; mais en parlant de leurs usages, n°. 1152, je les ai renvoyés parmi ceux qui servent aux mouvemens du cou, comme on le peut voir, n°. 1192, & cela principalement à cause de la roideur naturelle de la portion cartilagineuse de la prémière Côte, & à cause de la soudure intime de ce gros & large cartilage avec le haut du Sternum; deux particularités qui ne se trouvent pour l'ordinaire aux portions cartilagineuses des autres Côtes, que par accident, & dans les Vieillards.

J'ai manqué alors de restreindre cette remarque à la prémière Côte de chaque côté, & aux portions du prémier Scalène ou Scalène

lène antérieur; car les portions du second, ou postérieur, étant attachées à la seconde Côte de chaque côté, & le cartilage de cette Côte étant assez mobile, tant par sa fléxibilité que par son articulation libre avec le Sternum, ces portions du second Scalène pourroient concourir & aider à soulever & à soutenir dans l'inspiration la seconde Côte, mais non pas la prémière. J'ai de-plus fait attention, que les attitudes mêmes, qui alors m'y avoient paru contraires (nº. 1152.), n'empêchent pas tant ces portions d'agir par les plus inférieures de leurs attaches aux vertèbres du cou. D'ailleurs, on s'efforce ordinairement dans les inspirations pénibles & profondes, de tenir le cou plus ou moins dressé, & comme porté en arrière. Ainsi voilà deux Muscles qui paroissent ne pas devoir être totalement exclus du nombre de ceux qui servent au mouvement de l'inspiration.

2. LES MUSCLES SOUCLAVIERS. Je crois avoir démontré assez solidement dans mon Mémoire de l'année 1726, sur les mouvemens ordinaires de l'Epaule, p. 272, 273, &c. la nullité entière de leur usage pour la respiration, & cela à raison de leurs attaches aux gros cartilages immobiles des prémières Côtes, dont je viens de parler, & à raison de leur direction, comme on le peut voir plus au long dans le Mémoire cité.

3. LES GRANDS DENTELES. J'ai exposé très amplement la structure & les attaches de ces Muscles dans les Mémoires de l'année 1719, p. 66, &c. où après avoir

dit, que parmi les plus célèbres Anatomistes, les uns les destinent au mouvement des Côtes, les autres à celui des Omoplates, & quelques-uns à tous les deux, je me suis borné à marquer en général, que le développement exact de leur structure, de leurs attaches, & de la direction de leurs fibres, m'avoient paru en faire la décision.

Et après avoir répété la même remarque générale dans les Mémoires de 1726, p. 266, 267, & démontré que ces Muscles ne servent qu'aux mouvemens de l'Omoplate, je me contentois alors d'avoir fait entrevoir par ces deux Mémoires, que la plus grande & la plus forte portion de chacun de ces deux Muscles est tellement disposée, qu'elle ne peut absolument pas lever les Côtes, & que la petite portion, qui dans quelques sujets, semble pouvoir lever les dernières de ces Côtes, est très mince, très foible, & est à peine la dixième partie de chacun de ces Muscles.

Je ne me suis pas non plus étendu là-dessus dans l'exposition Anatomique du Corps humain, (*Traité des Muscles*, *n°.* 909), où je marque seulement que l'on voit par tout ce que j'y venois de dire, que le Muscle grand Dentelé ne peut pas servir à la respiration.

Cela paroit très évidemment & très manifestement dans le Sujet même, sur-tout étant disséqué de la manière que j'ai proposée à la fin du Mémoire de 1719, p. 70. Mais parmi toutes les Figures que l'on a données dans les Tables Anatomiques, tant modernes qu'anciennes, je n'en ai pas trouvé une seu-

le

le, qui puiſſe ſuffire pour le démontrer. J'ai expoſé au même endroit de ce Mémoire, l'inconvénient de la diſſection ordinaire, & je trouve la même difficulté pour en donner une figure ſatisfaiſante, à moins de ſuivre la même idée, & n'y pas repréſenter toute l'étendue de l'Omoplate, qui couvre une grande partie de l'arrangement particulier des fibres de ce Muſcle, mais uniquement en marquer la poſition poſtérieure, appellée communément la baſe de l'Omoplate, à laquelle toutes ces fibres ſont attachées.

Mais pour revenir à ſon uſage, un peu d'attention ſur le croiſement de ſes fibres & de ſes bandes charnues avec la plupart des Côtes, fera, ce me ſemble, aſſez comprendre qu'il ne peut point ſervir au mouvement de l'inſpiration. Car les fibres & les bandes dont les attaches occupent les trois prémiers quarts de la baſe de l'Omoplate, montent obliquement & croiſent par dégrés les Côtes ſupérieures. Celles qui ſuivent, & dont les attaches occupent le dernier quart de la même baſe, vont moins obliquement, & quoiqu'elles deviennent de plus en plus tranſverſales, elles croiſent auſſi les Côtes ſuivantes, parce que ces Côtes ſont à contre-ſens plus obliques de haut en bas que les précédentes. Les dernières ou les plus inférieures de ces bandes charnues, & qui ſont très minces, deviennent par dégrés de plus en plus conformes à la direction des côtes; & dans quelques ſujets la dernière de toutes paroit tant ſoit peu croiſer la pénultième de ces Côtes, & deſcendre à contre-ſens pour s'attacher à la dernière.

On voit par cet abrégé, dont on trouve le détail plus au long dans le Mémoire de 1726, & dans l'Exposition Anatomique du Corps humain, que la plus grande portion de ce Muscle est disposée comme pour abaisser les Côtes, qu'une bonne partie ne peut ni hausser ni baisser les Côtes auxquelles elle est attachée, & que les dernières bandes, quand même elles descendroient un peu plus bas que les précédentes, ne le peuvent pas non plus, n'étant pas assez éloignées par leur direction, & étant trop foibles pour pouvoir contrebalancer les Muscles du Bas-ventre, qui sont attachés aux mêmes Côtes, & avec lesquels elles sont entrelacées par des digitations réciproques. D'ailleurs l'Omoplate est trop vacillant, sur-tout son angle inférieur, pour pouvoir servir de point fixe, sur lequel le grand Dentelé pût agir dans le mouvement des Côtes.

Le Muscle Rhomboïde, diroit-on, qui attache la base de l'Omoplate aux Vertèbres, pourroit fixer l'Omoplate, & en le tirant obliquement de bas en-haut vers les Vertèbres, lui faire tirer par la même direction les dernières bandes du grand Dentelé, & par ce moyen hausser au moins les dernières Côtes. Mais on verra encore par ce que j'ai dit plus au long dans le même Mémoire de 1726, que le Rhomboïde, muscle très mince n'est qu'un auxiliaire du grand Dentelé, dont il dépend principalement de fixer l'Omoplate, & cela par sa grande portion qui est attachée aux Côtes supérieures; & qu'ainsi toutes ces Côtes supérieures seroient alors tirées en bas par la plus grande & la plus forte portion du

du grand Dentelé, pour qu'en même tems les dernières Côtes pussent être tirées en-haut par la plus foible partie de la petite portion du même Muscle. En un mot, j'ai démontré dans le Mémoire cité, que les grands Dentelés ne servent qu'aux mouvemens ordinaires de l'Omoplate, sans aucune rélation avec les mouvemens de la respiration; ce qui paroît évidemment par l'exemple que j'y ai cité de leur usage dans les quadrupèdes, quand ils sont debout sur les quatre pattes & quand ils marchent; car alors la portion antérieure de leur corps est suspendue entre ces deux Muscles comme en écharpe, ou comme dans le creux d'un lit de sangle plié à moitié.

Tout ceci prouve que les grands Dentelés sont avec raison exclus par Borelli, du mouvement des Côtes pour l'inspiration, quoiqu'attachés à la plupart des Côtes.

4. Les Grands Pectoraux. Ce sont deux grands Muscles rayonnés qui couvrent presque tout le devant de la Poitrine depuis les clavicules & le long du Sternum, d'où ils vont en se rétrécissant vers le creux de l'aisselle de chaque côté, & s'attachent à l'os du bras à quelque distance au-dessous de son articulation avec l'Omoplate. Outre leurs attaches aux clavicules, ils sont attachés par portions séparées ou digitations aux cartilages & aux extrémités osseuses de toutes les vrayes Côtes, de la prémière des fausses, & quelquefois de la seconde. Par cet arrangement de leurs digitations ou bandes, ils croisent les Côtes supérieures de bas en-haut, &

& les inférieures à contre-sens de haut en bas, & côtoyent plus ou moins celles qui tiennent le milieu.

Il paroit évidemment par cette disposition, & encore plus par le défaut de point fixe du côté du bras, que les grands Pectoraux ne peuvent servir au mouvement des Côtes, ni pour la respiration en général, ni pour l'inspiration en particulier.

5. LES PETITS PECTORAUX. Ce sont deux petits Muscles rayonnés, dont chacun est attaché aux extrémités osseuses de la seconde, troisième, & quatrième des vrayes Côtes par autant de digitations séparées, delà ils montent obliquement, & en se rétrécissant vers le haut de l'Omoplate, & s'attachent au bec coracoïde par un tendon court & fort. On a voulu mettre ces deux Muscles au nombre de ceux qui servent à la respiration, s'imaginant qu'en certains cas on pourroit tenir l'Epaule assez ferme pour servir de point fixe à ces Muscles, & par-là lui faire lever les Côtes. Mais comme le grand Dentelé est le principal organe pour fixer ou arrêter l'Omoplate, & que cela dépend en partie de ses attaches aux mêmes Côtes, par lesquelles attaches il empêcheroit alors l'élévation des Côtes, il paroît assez évident que les efforts du petit Pectoral seroient inutiles. Par conséquent c'est aussi avec raison que Borelli exclut les petits Pectoraux du mouvement de l'inspiration.

6. LES GRANDS DORSAUX. Ce sont aussi des Muscles rayonnés, qui depuis leur attache étroite à l'Os du bras, descendent en s'é-

s'épanouissant sur le bas du dos, sur la région lombaire, & sur les hanches. Il s'attache outre cela par des digitations aux trois, & quelquefois aux quatre dernières des fausses Côtes. Ces attaches se rencontrent & s'entrelacent avec les dernières digitations du Muscle oblique externe, ou grand oblique du Bas ventre.

J'ai dit dans mon Mémoire de 1726 *, que la connéxion de ce Muscle avec les fausses Côtes, fait que la respiration est gênée, quand par son moyen on tire (pousse) avec effort le bras en-bas pour appuyer la main sur quelque chose; par exemple, quand on imprime un cachet, & quand on s'appuye par la main sur une canne un peu basse ou courte, & l'avant-bras tendu en-bas. Mais il ne paroît pas pour cela que ce Muscle puisse contribuer au mouvement ordinaire de l'inspiration par l'élévation des Côtes auxquelles il est attaché, si l'on fait attention que le bras par sa grande mobilité, & par son exposition fréquente à toutes sortes de mouvemens, n'est pas en état de pouvoir lui servir de point fixe pour tirer les Côtes en-haut, & le faire concourir à l'inspiration, excepté peut-être quand on hausse les épaules pour faire une inspiration profonde; car pendant qu'on demeure suspendu par les bras, comme en grimpant, &c. les attaches de ce Muscle aux dernières Côtes, sont contrebalancées par leur rencontre & entrelacement avec les attaches du grand Muscle oblique à ces mêmes Côtes, de

* *Mém. de l'Acad.* 1726. p. 279, 280.

de forte que dans ce cas-là, ces Côtes ne montent ni ne descendent, & cette portion du grand Muscle oblique devient comme la continuation ou l'allongement de la portion dentelée du grand Dorsal ; & par conséquent, ces deux portions font ensemble l'office d'une seule corde attachée par un bout à l'os du bras, & par l'autre bout sur le devant de l'os du bassin. La même chose se trouvant sur les deux côtés, il en résulte, que dans l'attitude mentionnée, le corps est suspendu comme en équilibre par quatre cordages, savoir en devant par les deux composés dont je viens de parler, & en arrière par les deux autres portions correspondantes des mêmes grands Dorsaux. Je n'avois pas encore fait cette remarque, ni dans le Mémoire de 1726, ni dans l'Exposition Anatomique.

Tout ce que je viens de faire remarquer sur ces Muscles, paroît encore assez prouver qu'ils ne font rien au mouvement ordinaire de l'inspiration, & que leur exclusion par Borelli, est juste.

7. LES DENTELES POSTERIEURS-SUPERIEURS. Ce sont des Muscles bien minces, attachés chacun par une aponévrose large aux deux ou trois dernières Vertèbres du Cou, & aux deux Vertèbres supérieures du Dos, d'où ils vont obliquement en-bas s'attacher pour l'ordinaire aux trois ou quatre des Côtes supérieures au-dessous de la première Côte, & cela par autant d'extrémités séparées, appellées digitations ou dentelures: par cette disposition, ils paroissent pouvoir

aider

aider à lever ces Côtes, & ainsi servir à l'inspiration. Si dans quelques sujets il s'en trouve une portion attachée à la prémière Côte, elle paroîtroit plutôt servir aux Vertèbres du Cou qu'à cette Côte, qui à cause de la largeur de sa portion cartilagineuse, & de sa connéxion intime avec le Sternum, est presque immobile.

Borelli ne parle que de leur attache aux trois Vertèbres du Cou, & apparemment n'avoit-il pas fait attention sur leurs attaches aux Vertèbres du Dos, ou pour mieux dire, peut-être n'en avoit-il pas eu connoissance; car il les auroit, pour le moins en partie, exemptés de l'exclusion générale par laquelle il termine la LXXXIV. Proposition.

Ainsi de sept paires de Muscles attachés aux Côtes, en voila deux dont quelques portions peuvent concourir à l'inspiration avec les intercostaux & le Diaphragme, comme il sera démontré ci-après par l'Anatomie comparée.

Les Remarques que je pourrois faire sur cet article, seront mieux placées avec celles que je ferai sur la XC. Proposition, où Borelli en parle encore, & s'étend en particulier sur la méchanique des Côtes auxquelles ces Muscles sont attachés.

Propositions LXXXV. LXXXVI. LXXXVII. LXXXVIII. & LXXXIX.

Borelli avertit à la fin de la LXXXIV.

Pro-

Propofition, que pour faire comprendre l'opération méchanique de la Refpiration, il fera néceffaire de faire précéder quelques Lemmes. C'eft ce qu'il fait dans les cinq propofitions fuivantes, & expofe dans la dernière, ou LXXXIX. l'exemple de deux rangées d'arcs élaftiques, arrêtées vis-à-vis l'une de l'autre par un bout à une colonne ou à un mur, & par l'autre bout à une pièce mobile, qu'il appelle *Lignum amovibile*, de manière que ces arcs foient inclinés fur la colonne, & que les deux rangées foient inclinées l'une vers l'autre. Sur cela il dit, 1°. Que les fommets de ces arcs étant tirés en-haut avec effort, les deux rangées s'écarteront l'une de l'autre; ce qui augmentera en largeur leur intervalle. 2°. Que ces mêmes fommets étant tirés obliquement vers leurs parties internes, c'eft-à-dire, en dedans les uns vers les autres, en obligeront les extrémités mobiles de fe redreffer un peu; ce qui éloignera de la colonne ferme ou du mur la pièce mobile, & par-là rendra plus grand l'efpace ou intervalle entre la colonne ou le mur & la pièce. 3°. Que les extrémités attachées à la colonne ferme, ou au mur, ne pouvant pas fuivre ces mouvemens forcés, les autres extrémités qui font attachées à la pièce mobile, feront par le même effort obligées de monter plus haut, & feront auffi monter avec elles la pièce mobile; ce qui augmentera en hauteur ou profondeur l'efpace compris entre la colonne ferme, les deux rangées des arcs & la pièce mobile. 4°. Que ces arcs n'étant plus forcés ou comprimés, reprendront leur affiette ou

fitu-

ſituation ordinaire, ce qui reſerrera de nouveau tous ces intervalles. Ce que Borelli démontre plus au long par pluſieurs Figures.

Après cela Borelli termine la Propoſition LXXXIX, qui eſt la dernière des cinq mentionnées ci-deſſus, par ces paroles : *His præmiſſis, facile modum mechanicum, quo inſpiratio abſolvitur, exponemus.*

C'eſt ce qui me détermine à remettre auſſi mes Remarques là-deſſus après la Propoſition ſuivante, pour mieux confronter la méchanique de ces arcs avec la méchanique des Côtes, & avec celle de leurs mouvemens par les Muſcles dans l'Inſpiration.

PROPOSITION XC.

Contractis Muſculis intercoſtalibus unà cum Diaphragmate, neceſſario Pectoris cavitas ampliari, & aër inſpirari, debet.

„ Les Muſcles intercoſtaux & le Diaphrag-
„ me étant conjointement en contraction,
„ la cavité de la Poitrine doit néceſſaire-
„ ment devenir plus ample, & l'air doit y
„ entrer par l'Inpiration.

Borelli, pour expliquer cette Propoſition, employe préſentement les mêmes Figures qu'il vient d'employer pour la démonſtration du méchaniſme des Arcs. Il compare les Côtes avec ces Arcs par rapport à leur courbure, leur forme & leur reſſort ; il compare l'Epine du Dos avec la colonne ferme ou le mur,

mur & le Sternum avec la pièce mobile.

Pareillement, dit-il, les extrémités postérieures des Côtes sont attachées fermement (*tenaciter affiguntur*) aux Vertèbres qui forment la colonne de l'Epine; leurs extrémités antérieures & cartilagineuses tiennent moins fermement au Sternum qui est mobile, & peuvent à cause de cela facilement se laisser fléchir, soulever & s'écarter conjointement avec le Sternum qui est mobile. Les douze Côtes de chaque côté forment deux rangées tournées en-bas, & également inclinées sur le plan compris entre l'Epine du Dos & le Sternum.

Les Muscles intercostaux croisés étant en action, tirent vers en-haut par leur contraction les circonférences des Côtes; ce qui élargit, dit-il, la cavité de la Poitrine, en augmentant la distance entre les deux côtés. Le Sternum monte sensiblement vers en-haut avec les Côtes, & par-là il s'éloigne de la colonne stable de l'Epine: d'où il s'ensuit que la cavité de la Poitrine augmente en deux sens, savoir depuis le côté droit jusqu'au côté gauche, & depuis la partie postérieure de la Poitrine jusqu'à la partie antérieure. Reste seulement la hauteur ou profondeur de la Poitrine, qui, selon Borelli, augmente aussi de la manière suivante:

La circonférence du Diaphragme, continue Borelli, étant attachée aux Vertèbres, aux extrémités osseuses & cartilagineuses des Côtes inférieures & au Sternum, & le centre de ce même Diaphragme étant suspendu par le Médiastin & par le Péricarde, il en ré-

résulte dans ce Muscle, quand il agit par le raccourcissement de ses demi diamètres fibreux (*decurtando semi-diametros fibrosos*) deux effets : 1°. Les extrémités cartilagineuses fléxibles des Côtes inférieures, étant tirées vers l'Abdomen, le Diaphragme devient tendu, & la hauteur ou profondeur de la Poitrine s'allonge vers le Bas-ventre, & par-là il se fait une compensation de la petite élévation de la Poitrine vers la gorge. 2°. Le Diaphragme étant abaissé, perd sa courbure & s'applanit, ce qui augmente nécessairement la capacité de la Poitrine, & en rend la figure semblable à un sphéroïde ou à un œuf coupé par le milieu, &c. Donc par l'action des Muscles intercostaux & du Diaphragme, la cavité de la Poitrine doit nécessairement s'élargir, l'air par sa pésanteur & son ressort s'insinuer dans la Poitrine vuide (*exinanitum*), & le mouvement de l'inspiration s'exécuter.

REMARQUES.

I. Article: sur les Côtes.

Borelli ayant considéré que la cavité de la Poitrine, pour faire le mouvement d'inspiration, augmente plus ou moins en trois différens sens, savoir de côté & d'autre, de derrière en devant, & en profondeur ou hauteur, a ingénieusement inventé la machine des Arcs élastiques, posés & attachés de la manière que je viens de rapporter, & a cru en pouvoir faire l'application aux Côtes, pour expliquer leur mouvement simultanée en plusieurs

sieurs sens différens. J'ai fait voir par mon Mémoire de 1720, que la méchanique naturelle & très simple de l'articulation particulière des Côtes produit seule cet effet, & le peut même produire indépendamment de leurs portions cartilagineuses. Car j'ai averti exprès à la fin de ce Mémoire, que je me bornois alors aux portions osseuses des Côtes, & en réservois le reste pour une autre occasion.

La méchanique attificielle de Borelli ne me paroît aucunement pouvoir s'accorder avec la méchanique naturelle des Côtes, & je suis persuadé que si ces petites circonstances que j'ai fait remarquer, & qui d'ailleurs sont très visibles, avoient été considérées, ni lui, ni personne après lui, n'auroit employé de cette façon l'exemple des Arcs élastiques pour expliquer ce mouvement particulier des Côtes. Mais pour me mieux faire entendre, il sera nécessaire d'éclaircir auparavant ce que j'ai avancé trop succinctement là dessus dans le Mémoire de 1720. Je m'y suis contenté de faire faire attention à l'articulation ginglymoïde ou en charnière des extrémités postérieures des Côtes, à l'obliquité des deux plans latéraux de l'Epine du Dos, sur lesquels ces extrémités ginglymoïdes ou charnières roulent, à l'obliquité ou l'inclinaison de la plupart des Côtes, & à leur courbure en arrière; mais je ne m'y suis pas bien expliqué sur l'obliquité de ces charnières sur les mêmes plans obliques, pour faire comprendre ce que j'avois inféré de-là, en disant que ,, cette disposition ,, produit trois sortes d'écartement quand on

,, leve

„ leve les Côtes, & autant de rétrécissement „ quand on les rabaisse ". Car sans cette obliquité des articulations ginglymoïdes, le mouvement des Côtes n'auroit pas pu se faire en trois sens différens, comme j'ai dit, mais uniquement en deux. Il n'y a rien de si facile que de le montrer dans le Sujet naturel ou sur le Squelette, mais il est difficile d'en faire la description d'une manière bien intelligible, & il sera plus aisé par quelque changement de la Machine de Borelli que par des Figures sur le papier, de représenter la disposition de ces trois obliquités, & les trois directions du mouvement qu'elles produisent. L'obliquité ou la déclinaison des Côtes paroit clairement dans la figure d'un Squelette vu de côté. L'obliquité des deux plans vertébraux, & des articulations ginglymoïdes des Côtes sera bien représentée par la figure d'une coupe du Thorax parallèle au plan des Côtes, & même par la figure d'une des Vertèbres vue par sa face ou largeur supérieure, avec deux Côtes attachées & vues aussi par leur bord supérieur. Mais c'est l'obliquité de l'axe des charnières ou articulations ginglymoïdes qu'il sera difficile d'exprimer avec le reste de ces Côtes par une figure qui fût à la portée de tout le monde.

A l'égard du changement qu'on pourroit faire de la Machine de Borelli pour la rendre plus convenable, ce seroit d'en former la colonne comme un Prisme à trois faces, de faire seulement deux arcs courbés par un bout comme les Côtes, d'appliquer ces deux bouts à deux de ses faces en manière de charnières

posées obliquement comme les articulations des Côtes, & de faire incliner en bas tout le reste de ces deux arcs, comme les mêmes Côtes. Avec cette Machine simple, de même qu'avec deux Côtes d'un Squelette attachées à deux Vertèbres comme dans l'etat ordinaire, on peut imiter très exactement, & sans aucun effort, les trois directions simultanées d'un même mouvement. Car en tenant verticalement la colonne artificielle, ou les deux Vertèbres naturelles, & levant peu-à-peu les arcs ou les Côtes, on verra, 1°. Que ces deux arcs s'écarteront latéralement l'un de l'autre, & par-là feront ce qu'on a prétendu expliquer par le mouvement de deux demi-cerceaux inclinés à l'opposite, & posés par leurs extrémités sur le même plan. 2°. On verra que les extrémités libres de ces deux arcs s'éloigneront de la colonne, & par-là feront ce qu'on a voulu montrer, en représentant les deux Côtes comme faisant ensemble un cerceau presqu'entier attaché par les deux bouts aux Vertèbres. 3°. On verra qu'à mesure qu'on leve ces deux arcs ou ces deux Côtes, les mêmes extrémités libres s'éloigneront plus l'une de l'autre, qu'elles s'éloigneront toutes deux de la colonne ou des Vertèbres, & qu'elles monteront plus haut que le reste de leur étendue.

Ce que je viens de faire remarquer sur la disposition & la connéxion des portions osseuses des Côtes, suffiroit seul pour montrer que la Machine de Borelli ne s'accorde point avec celle des Côtes. Il avoit bien vu les doubles attaches des extrémités postérieures des

des Côtes, mais n'ayant pas fait attention à leurs charnières, ni à la double obliquité de ces charnières, il avoit seulement regardé les doubles attachés comme des moyens d'arrêter fixement la connéxion des Côtes avec les Vertèbres, à peu près comme les arcs de sa Machine étoient fixement arrêtés sur le mur ou sur la colonne. Ainsi comme il falloit quelque effort pour lever le sommet des arcs inclinés de sa Machine, pour les écarter latéralement, & que leurs extrémités attachées au mur ou à la colonne, n'obéissant pas à cet effort, ces autres extrémités plus libres s'y prêtoient, & par-là non seulement éloignoient du mur ou de la colonne la pièce mobile, à laquelle elles étoient attachées, mais la faisoient aussi monter plus haut; pareillement selon cette idée les Côtes étant fermement attachées aux Vertèbres par leurs extrémités postérieures, & étant tirées par l'effort des Muscles intercostaux, devroient prêter par l'élasticité du reste de leur étendue, & par ce moyen éloigner des Vertèbres, & en même tems faire monter les extrémités antérieures avec leurs cartilages & le Sternum. Toutes ces contraintes ne se trouvent pas dans le naturel, l'obliquité des plans vertébraux, & l'obliquité particulière des charnières ou ginglymes des Côtes sur ces mêmes plans, renferment tout le secret de cet artifice.

Vésale avoit déja très bien remarqué l'obliquité de la charnière des Côtes dès l'an 1543, dans la prémière édition de son grand ouvrage, où il en parle comme d'une chose qu'il présumoit être connue de tout le monde,

 quand

quand même il n'en auroit rien dit. Il a ôté cette expression dans la seconde édition de 1555, & seulement averti, que cela n'étoit pas à négliger. Cependant quoiqu'il ait encore écrit plusieurs années après, il n'en avoit pas marqué l'usage, ni celui d'une autre très belle observation, qu'il a donnée aux mêmes endroits sur les cavités ou fossettes articulaires des apophyses transverses des Vertèbres du Dos, savoir, que dans les Vertèbres supérieures, ces fossettes sont comme par dégrés inclinées de haut en bas; que dans les inférieures, elles le sont de bas en haut; & que dans celles du milieu, elles le sont moins à proportion. Je rendrai dans un autre tems raison de cette différence.

Environ un Siècle après Vésale, plusieurs célèbres Physiciens, Malpighi, Swammerdam, Lamswerde, Mayow, Thruston, Ent, &c. publièrent en peu de tems, par différens Traités, des Opinions très différentes sur la Respiration, dans lesquelles ils se sont plus attachés à ce qui regarde les poumons, l'air & le sang, qu'à ce qui regarde en particulier la méchanique des Côtes, dont ils n'ont presque parlé que selon l'idée ordinaire. Cependant Mayow dans son Traité sur la même matière, a fait observer, comme en passant, & en peu de mots, par une figure mal représentée, que les Côtes au moyen de leur double articulation avec les Vertèbres, sont tellement disposées, qu'elles peuvent être tirées en haut par les Muscles intercostaux, sans être tirées en même tems en dehors. Il ajoute que ces articulations & leur obliqui-

té font plus manifestes dans le Squelette du Mouton & du Cheval, que dans celui de l'Homme.

Mais en comparant ce que Mayow avance ici, avec ce qu'il dit dans le paragraphe suivant, sur l'articulation angulaire des portions cartilagineuses des Côtes avec le Sternum, il paroît assez que comme par l'bliquité de l'articulation des Côtes avec le Sternum, il entend simplement leur connéxion angulaire avec cet os, de même que par l'obliquité de la double articulation des Côtes avec les Vertèbres, il entend seulement leur connéxion angulaire avec ces os. Cela paroît encore plus par l'expression équivalente dont il se sert dans le latin pour marquer l'usage de l'une & de l'autre de ces obliquités. Il dit de la prémière, savoir, celle de l'articulation des Côtes avec les Vertèbres: *Jam verò si supponamus.... Costam eam, binis articulationibus spinæ connexam....sursum moveri, facile est conceptu, Costam eam....respectu pectoris, extrorsùm latum iri.* Il dit de la seconde, c'est-à-dire, de l'obliquité de la connéxion des Côtes avec le Sternum, où l'articulation est simple, & non pas double comme aux Vertèbres: *Obliquitas autem ista eò spectat, ut Costæ extendantur & extrorsùm in orbem trahantur.*

Mais pour revenir à mes remarques, je crois avoir encore trouvé un autre usage de la double articulation des Côtes avec les Vertèbres. C'est un nouvel examen de la prémière paire des vrayes Côtes qui m'y a conduit. Ces Côtes ne font pas articulées chacune à deux Vertèbres, comme les huit ou neuf Côtes

 sui-

ſuivantes, mais ſeulement avec la prémière Vertèbre du Dos, & cela néanmoins par charnière ou double connéxion; elles y ſont articulées ſur deux plans vertébraux obliques comme les autres Côtes, quoique l'axe de leurs charnières ou doubles connéxions y ſoit moins oblique. L'extrémité antérieure de chacune de ces deux prémières Côtes eſt très large, & leur portion cartilagineuſe n'eſt pas ſeulement large à proportion, mais très courte, fort épaiſſe, intimement unie ou ſoudée avec la prémière piece du Sternum, & prête fort difficilement.

Après avoir examiné de nouveau ces particularités déja connues, voici ce que je crois y avoir obſervé: 1°. Que ces deux prémières Côtes font avec la prémière portion du Sternum une pièce continue, à peu-près comme un cerceau preſque entier, dont les extrémités coupées feroient courbées obliquement en dedans; & que leurs doubles articulations avec la prémière Vertèbre, y feroient attachées par des ligamens très forts & très courts. 2°. Que par cette diſpoſition les deux prémières Côtes ne peuvent être mues ſur leurs charnières, que pour prêter un peu au mouvement de la Vertèbre voiſine du Cou, & de la Vertèbre voiſine du Dos, & qu'elles ne peuvent être ni hauſſées ni baiſſées comme les autres Côtes, ſans forcer & preſque rompre l'une de leurs doubles attaches à la prémière Vertèbre, ou rompre leur connéxion cartilagineuſe avec le Sternum. 3°. Que les deux prémières Côtes, par le ſeul moyen de leur ſtructure & de leur connéxion, ſervent de

de base ou de point fixe au mouvement de toutes les autres Côtes, indépendemment des Muscles qui sont attachés aux Vertèbres du Cou & à ces deux Côtes. 48. Qu'une partie de la même méchanique se trouve dans toutes les autres Côtes ginglymoïdes, soit vrayes, soit fausses, quoiqu'attachées chacune à deux Vertèbres, & ayant l'axe de leurs charnières plus oblique. On sait que ces Côtes, par l'attache de leurs axes à deux plans obliques, sont disposées à pouvoir s'écarter ou s'approcher de côté & d'autre, à mesure qu'on les leve ou qu'on les rabaisse. On sait aussi que ces mouvemens en haut & en bas ne pourroient pas se faire sans la fléxibilité des portions cartilagineuses proportionnée à leur différente longueur, & sans la simplicité de l'articulation de ces mêmes portions avec le Sternum. Enfin, on sait que ces Côtes sont naturellement inclinées à un certain dégré, qu'elles peuvent être redressées ou forcées au-dessus de ce dégré par l'inspiration, qu'elles reviennent au même dégré dans l'expiration, & qu'elles y restent après la mort. J'ajoute à cela, que non seulement elles y restent après la mort, mais même dans le cadavre après les avoir dépouillées de leurs Muscles, pourvu néanmoins qu'on n'aye pas endommagé les ligamens de leurs articulations.

On a bien fait observer, que la cage osseuse de la Poitrine est principalement soutenue par sa propre structure, mais il me semble qu'un peu d'attention sur la fléxibilité & l'articulation simple des portions cartilagineu-

 ses,

ses, doit aussi faire observer, que ce soutien ne consiste point en ce que les Côtes opposent un obstacle mutuel sur le Sternum, d'autant plus que les fausses Côtes n'y touchent pas. L'articulation double de toutes ces Côtes ne permet que deux mouvemens, & l'obliquité de l'axe de leur articulation produit en même tems deux sortes de mouvemens, mais ces mouvemens sont bornés à un certain dégré par les ligamens forts & courts des articulations avec les Vertèbres; à quoi la connéxion ou attache, soit cartilagineuse, soit ligamenteuse, ou même charnue, des extrémités antérieures de ces Côtes, peut aussi contribuer. Je remets pour les remarques sur les propositions suivantes touchant l'Expiration, les autres particularités des portions cartilagineuses des Côtes.

II. Article: sur les Muscles intercostaux, & sur leurs auxiliaires.

On sait que les Muscles intercostaux sont deux plans charnus, bien minces, l'un interne, l'autre externe, qui occupent les intervalles de toutes les Côtes, & dont les fibres se croisent pour la plupart en manière de X: que les Muscles externes s'étendent depuis les apophyses transverses des Vertèbres, jusques vers les portions cartilagineuses des Côtes seulement, & que leurs fibres descendent obliquement de derrière en devant: que les Muscles internes sont plus ou moins éloignés des Vertèbres, & s'étendent jusqu'aux extrémités des portions cartilagineuses des

Côtes,

Côtes, de forte que vers les Vertèbres il n'y a que le plan simple des Muscles intercostaux externes; entre les portions cartilagineuses, il n'y a que le plan simple des internes; & entre ces deux endroits il y a double plan dont les fibres obliques se croisent.

On convient que par cet arrangement les fibres des Muscles intercostaux externes, étant par en haut plus près de l'articulation des Côtes avec les Vertèbres, & en étant plus éloignées par en bas, elles sont naturellement plus disposées à pouvoir élever l'inférieure de deux Côtes voisines, qu'à pouvoir en abaisser la supérieure. On voit pareillement que les fibres des Muscles intercostaux internes, étant par en haut fort près du Sternum, & en étant plus éloignés par en bas, sont de même plus portés à élever la Côte inférieure qu'à abaisser la supérieure. On voit enfin par cette disposition réciproque des Muscles externes & internes, que par la rencontre de leur double plan, ils sont bornés ensemble à élever les Côtes, & que par cette rencontre, les internes ne peuvent pas agir autrement que les externes.

Néanmoins les anciens Anatomistes, & même ceux du commencement du siècle passé, ont été fort partagés là-dessus. Ab-Aquapendente avoit dès l'an 1599, comme il le marque dans son excellent Traité *de Respiratione & ejus instrumentis*, très bien démontré, que les Muscles internes & externes concourent ensemble à la même action, c'est-à-dire, à lever les Côtes. Il a donné dans

ce même Traité, la belle observation par l'Anatomie comparée, que par le mouvement des Côtes en haut, ou en les levant, leurs intervalles se dilatent, & que par leur mouvement en bas, ou en les rabaissant leurs intervalles se resserrent. *Claré conspicies*, dit-il, *ad motum Costarum sursùm intercostalia spatia dilatari: contrà verò Costis deorsùm motis angustari.*

Comme cet ancien systême de la différente action des Muscles intercostaux externes & internes, partageoit encore des habiles Anatomistes (car il a été même adopté par le célèbre Swammerdam, sans parler d'autres); Borelli a eu très grande raison de marquer dans le Commentaire de sa LXXXIVe. Proposition, que cela lui paroissoit impossible. L'exemple qu'il y employe des fils croisés, par lesquels on soulève perpendiculairement ou directement un fardeau, montre bien l'action simultanée des fibres croisées des Muscles intercostaux externes & internes, mais il ne démontre pas pourquoi les deux Muscles ne peuvent agir qu'ensemble en même tems, & non pas séparément, ni différemment. La manière dont le reste de son raisonnement est exprimé, m'a paru en partie contradictoire à tout ce qu'il a si bien établi ailleurs, & en partie très défectueux; ce qui m'avoit porté à en remettre l'examen pour la suite, dans l'espérance d'y voir plus clair: mais n'ayant pas pu y parvenir, j'ai cru devoir en accuser le sort ordinaire des Oeuvres Posthumes, d'autant plus que j'ai rencontré encore d'autres défauts dans ce même Traité, qui

n'a

n'a été imprimé que deux ans après la mort de l'Auteur: je parle de la prémière édition; car dans celle de la Bibliothèque Anatomique de Manget, on y a ajouté bien d'autres défauts qui même changent entièrement le sens de la prémière.

A l'égard des portions postérieures des Muscles intercostaux externes, que Mr. Senac, dans son Mémoire de 1724, exclut de cette fonction, aussi-bien que les surcostaux, appellés communément Releveurs des Côtes, j'avoue qu'ayant examiné de nouveau la disposition des uns & des autres, par rapport à la charnière ou l'articulation double des Côtes avec les Vertèbres, je trouve ses raisons assez fortes pour pouvoir compter ces Muscles parmi ceux qui servent au mouvement de l'Epine, mais seulement comme des auxiliaires, & non pas comme des principaux moteurs. J'y suis porté par une attention particulière que j'ai faite sur l'attache des bandelettes tendineuses des Muscles sacro-lombaires, & des bandelettes des longs Dorsaux vers les extrémités postérieures des Côtes, & sur la rencontre de l'attache de ces deux sortes de bandelettes, avec l'attache inférieure des Muscles intercostaux externes, & avec celle des Muscles surcostaux. Cette attention m'oblige même à réformer une partie de ce que j'ai avancé dans mon Traité d'Anatomie touchant ces Muscles. Ainsi au lieu d'y dire qu'il ne faut pas confondre les Muscles surcostaux avec un petit Muscle, qui est immédiatement au dessus de la prémière Côte, & qui d'abord leur ressemble

par son attache à cette Côte; je dirai, qu'on peut associer les Muscles surcostaux à ce petit Muscle par rapport à l'usage. J'en excepte néanmoins les surcostaux qui sont attachés aux deux ou trois inférieures des fausses Côtes, car ils peuvent encore être regardés comme Releveurs.

III. Article: sur le Diaphragme.

La structure du Diaphragme est assez connue de même que sa connéxion avec les dernières des vrayes Côtes, toutes les fausses, le Sternum, les Vertèbres & le Médiastin. On sait qu'il forme deux demi-voutes mobiles, unies ensemble sous le Médiastin depuis le Sternum jusqu'aux Vertèbres. Ces demi-voutes, par la contraction de leurs fibres rayonnées, s'abaissent de côté & d'autre, plus ou moins, selon les dégrés de l'inspiration, & cela sans s'abaisser entre le Sternum & les Vertèbres. Ce n'est pas seulement à cause de l'attache au Médiastin, que le Diaphragme ne s'abaisse pas dans ce trajet, mais aussi parce que les fibres antérieures qui sont attachées au Sternum, & les postérieures qui sont attachées aux Vertèbres, font ensemble par leur contraction directe en même tems l'office d'une corde tendue, qui soutient la rencontre ou union des deux demi-voutes.

Ab-Aquapendente & Spigel, entre autres anciens Anatomistes très célèbres, étoient dans l'opinion que le seul Diaphragme suffit pour l'inspiration ordinairement libre, & que l'action des Muscles intercostaux n'a lieu que quand

quand on la fait avec quelque effort. Il est vrai que l'on peut regarder le Diaphragme comme le principal organe de la respiration en général, & de l'inspiration en particulier; & que les Muscles intercostaux peuvent être regardés commes des auxiliaires, qui facilitent les mouvemens du Diaphragme, & par le moyen desquels on peut différemment varier ces mouvemens. Ab-Aquapendente cite pour preuve l'exemple de ceux qui sont sujets aux vapeurs suffocantes, & qu'on a quelquefois tenus pour tout-à-fait morts. Il rapporte aussi, qu'il avoit trouvé dans un cadavre les portions cartilagineuses des Côtes entièrement ossifiées, & intimement soudées avec le Sternum. On a aussi trouvé les Côtes anchylosées ou soudées avec les Vertèbres, & par conséquent incapables de mouvement: on a encore vu la plèvre devenue comme cartilageuse & comme ossifiée; de sorte que ne pouvant pas obéir au mouvement des Côtes, les Muscles intercostaux ont été fort embarassés dans leur action, & dans ce cas l'inspiration s'est principalement faite par l'action du Diaphragme. Je rapporterai dans une autre occasion plusieurs exemples très averés de nos jours, de ceux que par l'absence des marques externes de respiration on a tenus pour morts, qu'on a ensevelis, qu'on a emportés pour être enterrés, qu'on a enterrés & qui en sont revenus, & ont vêcu plusieurs années après.

Borelli, dans le Commentaire sur la LXXIVe. Proposition, après avoir rapporté le sentiment de ceux qui prétendent que l'inspiration

douce & tranquille, ou spontanée, se fait par le mouvement du seul Diaphragme, nie absolument qu'elle se fait sans le secours des Muscles intercostaux, & conclut ensuite, comme nous avons vu, que tout mouvement d'inspiration, soit douce, soit forte, se fait par la concurrence ou l'action commune des Muscles intercostaux & du Diaphragme. Il y a lieu de penser qu'il n'a voulu parler ici que de l'état naturel, d'autant plus qu'il ajoute le mot naturel, *motus inspirationis placidus & naturalis*. D'ailleurs les Côtes auxquelles est attaché le Diaphragme, étant pour l'ordinaire les plus mobiles de toutes les Côtes, il me paroît très difficile, pour ne pas dire impossible, que le moindre mouvement du Diaphragme se puisse faire par la contraction de ses fibres, à moins que ces Côtes ne soient dans le même instant arrêtées & rendues comme immobiles, pour servir de points fixes à ce petit mouvement: c'est ce que les Muscles intercostaux peuvent faire par un certain dégré de contraction de leurs fibres, sans que cette contraction cause aucun mouvement aux Côtes; & cela à peu-près comme j'ai dit dans mon Mémoire de 1720, que la contraction des Muscles se fait quelquefois, non pas pour mouvoir l'os auquel ils sont attachés, mais pour le tenir immobile, & contrebalancer la résistance ou le fardeau qui l'entraineroit. Ainsi au-lieu de placer à la manière ordinaire sur le Sternum, ou au milieu de la Poitrine de quelqu'un qui paroit mort, un vaisseau rempli d'eau, pour voir par la tranquillité

ou

ou par le mouvement de la surface de cette eau, s'il y a quelque signe de mouvement & de vie, il seroit mieux d'en tourner le corps un peu sur le côté, & de mettre le vaisseau sur l'extrémité de la troisième des fausses Côtes. Car on peut respirer suffisamment, sans apparence de mouvement du Sternum, quoiqu'en même tems le mouvement de l'endroit que je viens de marquer, soit très sensible. Cependant cela pourroit être équivoque dans les Femmes ou Filles, qui pendant plusieurs années ont porté des corps ou corsets roides, & fort serrés; car ces sortes de corps ou corsets tiennent toutes les fausses Côtes & les inférieures des vrayes, dans une espèce d'immobilité continuelle, ce qui paroît faire que les vrayes Côtes supérieures deviennent plus mobiles qu'elles ne le sont naturellement, pour ne pas trop empêcher ou trop diminuer le mouvement nécessaire de la respiration. Cela fait aussi que le haut de la Poitrine se meut plus évidemment dans les Femmes que dans les Hommes, & plus évidemment pendant qu'elles sont serrées par leurs corsets, que quand elles n'en ont point.

Avant que de finir cette XC^{e}. Proposition, il est juste de rappeller & de renouveller la belle remarque de Borelli sur la suspension de la partie supérieure de la voute du Diaphragme, par le moyen de sa connéxion avec le Médiastin & le Diaphragme, qui en empêche la descente & l'applanissement dans l'inspiration, & sur l'accourcissement des semidiamètres ou demi-voutes de ce Muscle quand il agit; par lequel accourcissement, ses

ſes parties latérales deſcendent & s'pplaniſſent indépendemment de la partie ſupérieure. *Centrum diaphragmatis*, dit-il dans le Commentaire ſur cette XC^e^. Propoſition, *ſuſpenditur à mediaſtino & à pericardio .... agit muſculus ille decurtando ſemi diametros.* Il faut obſerver ici que par le terme de centre, on entend communément la partie tendineuſe du Diaphragme, à laquelle eſt attaché le Péricarde, non pas par la pointe, mais par une étendue proportionnée à celle de la face platte ou inférieure du Cœur. Je remets l'Anatomie comparée pour le ſecond Mémoire.



SUR LE CAS IRREDUCTIBLE DU TROISIEME DEGRÉ.

Par Mr. NICOLE *.

LE Cas irréductible du 3me dégré eſt celui où les trois Racines contenues dans une Equation du 3me dégré, ſont toutes trois réelles, toutes trois inégales, & toutes trois incommenſurables.

Il y a près de deux Siècles que Cardan donna la Formule Algébrique qui exprime la plus grande de ces trois Racines réelles. Cette Formule de Cardan eſt compoſée de deux parties. La prémière partie eſt la Racine cubique de la ſomme de deux grandeurs, dont

L'une

* 28 Juin 1738.

l'une eſt réelle, & l'autre imaginaire; & la ſeconde partie eſt la racine cubique de la différence de ces deux mêmes grandeurs. Il avoit toujours paru fort ſurprenant qu'une grandeur qui doit être réelle, fût exprimée par un composé de quantités réelles & de quantités imaginaires; on ſentoit bien qu'il falloit que les quantités imaginaires ſe détruiſiſſent mutuellement, mais perſonne, que je ſache, n'avoit montré la manière de faire évanouir ces quantités imaginaires.

J'ai cherché à faire cet évanouiſſement par le moyen des Suites, & j'ai trouvé pour l'expreſſion de la Racine cherchée, une Formule Algébrique qui ne contient plus, à la vérité, de quantités imaginaires; mais il entre dans cette Formule une Suite composée d'une infinité de termes, dont je n'ai pu trouver la ſomme par aucune des Méthodes connues. Je réduis donc dans ce Mémoire la queſtion du Cas irréductible, à trouver la ſomme d'une Suite composée d'une infinité de termes.

Soit l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Cette Equation contient trois Racines commenſurables ou incommenſurables, dont deux ſont poſitives, & la 3me négative, égale aux deux poſitives.

Cette Equation ſe décompoſe dans les trois ſuivantes:

$x +$

$$x + \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} = 0.$$

Ou

$$x + \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]}$$
$$- \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]}}^{\,2}} = 0.$$

$$x - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]}$$
$$+ \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3\right)}\right]}}^{\,2}} = 0.$$

Ce qui ſe voit en multipliant ces trois Équations l'une par l'autre, elles reproduiſent l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Ces trois Equations expriment donc les trois Racines de l'Equation composée $x^3 - px + q = 0$.

COROLLAIRE I.

Lorſque $\tfrac{1}{27}p^3 = \tfrac{1}{4}qq$, ces trois Equations deviennent

$$x + 2\sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)} = 0, \quad x - \sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)} - \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \left[2\sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)}\right]^2},$$
$$x - \sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)} + \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \left[2\sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)}\right]^2}.$$

Ou $x + 2\sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)} - \sqrt{[p - 3\sqrt[3]{(\frac{1}{4}qq)}]}$,
$x - \sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)} + \sqrt{[p - 3\sqrt[3]{(\frac{1}{4}qq)}]}$.

Ou $x + 2\sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)}$.

Parce que $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$, donne $p = 3\sqrt[3]{(\frac{1}{4}qq)}$. Dans ce cas, l'Équation renferme donc deux Racines égales.

COROLLAIRE II.

Lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus petit que $\frac{1}{4}qq$, la quantité . . . .

$$\sqrt{p - \frac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}}^{\,2}}$$

devient imaginaire, à cause que dans ce cas . . . .

$$\frac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}}^{\,2}$$

est plus grand que p, puisque l'on a vu que cette quantité est égale à p, lorsque $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$.

Ainsi dans ce cas, l'Équation générale $x^3 - px + q = 0$ contient deux Racines imaginaires.

COROLLAIRE III.

Donc lorſque $\frac{4}{27}p^3$ eſt plus grand que $\frac{1}{4}qq$, la quantité . . . .

$$\frac{3}{4}\times\overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q+\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}+\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q-\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}}^{\,2}$$

eſt plus petite que p, & par conſéquent . . . .

$$\sqrt{p-\tfrac{3}{4}\times\overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q+\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}+\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q-\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}}^{\,2}}$$

eſt une grandeur réelle. Dans ce cas, les trois Racines renfermées dans l'Equation générale $x^3-px+q=0$, ſont donc toutes trois réelles & inégales.

REMARQUE.

Mais dans ce dernier cas, quoiqu'il ſoit évident que ces trois Racines ſoient réelles, elles paroiſſent cependant ſous une forme imaginaire, à cauſe de $\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}$ qui eſt imaginaire. Ce qui ſemble être une contradiction. Voici la maniere de faire diſparoitre cette contradiction.

Les deux membres $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q+\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}$ & $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q-\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}$ qui entrent tous deux dans l'expreſſion des trois Racines, fourniſſent chacun des grandeurs imaginaires. Or la ſomme de ces deux membres $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q+\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}+\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q-\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}$ étant réelle, il faut que les quantités

ima-

imaginaires fournies par $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$ foient exactement les mêms que celles fournies par le fecond membre $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$, & que les prémières étant affectées du figne pofitif $+$, les fecondes foient affectées du figne négatif $-$, & alors la fomme des deux membres fera toute réelle.

Pour réduire donc chacun de ces membres à des expreffions de cette nature, il faut d'abord les réduire à ces deux formes:

$$\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} = \sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3 - \tfrac{1}{4}qq)} \times \sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} + \sqrt{-1}\right)},$$

$$\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} = \sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3 - \tfrac{1}{4}qq)} \times \sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} - \sqrt{-1}\right)},$$

c'eft-à-dire, que la prémière Racine fera

$$\sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3 - \tfrac{1}{4}qq)} \times \overline{\sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} + \sqrt{-1}\right)} + \sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} - \sqrt{-1}\right)}};$$

& au-lieu de ces quantités compofées, foient confidérées celles-ci, qui font plus fimples & de même nature, $(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^n + (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^n$.

En

En élevant ces quantités à l'exposant n, la prémière devient $\left(\frac{a}{b}\right)^n + \frac{n}{1} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1}$

$\times \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1}{1 \cdot 2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-2} \times -1$

$+ \frac{n \times n-1 \times n-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-3} \times -1\sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \times n-2 \times n-3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \times +1$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-4}{1 \cdot 2 \ldots 5} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-5} \times \sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-5}{1 \cdot 2 \ldots 6} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} \times -1$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-6}{1 \cdot 2 \ldots 7} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-7} \times -1\sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-7}{1 \cdot 2 \ldots 8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \times +1 +$ &c.

Et la seconde $\left[\left(\frac{a}{b}\right) - \sqrt{-1}\right]^n$ devient $\left(\frac{a}{b}\right)^n$

$- \frac{n}{1} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1} \times \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1}{1 \cdot 2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-2}$

$\times -1 - \frac{n \times n-1 \times n-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-3} \times -1\sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \times n-2 \times n-3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \times +1$

$- \frac{n \times n-1 \ldots n-4}{1 \cdot 2 \ldots 5} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-5} \times \sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-5}{1 \cdot 2 \ldots 6} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} \times -1$

$- \frac{n \times n-1 \ldots n-6}{1 \cdot 2 \ldots 7} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-7} \times -1\sqrt{-1}$

$+ \frac{n \times n-1 \ldots n-7}{1 \cdot 2 \ldots 8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \times +1 -$ &c.

Si l'on prend la somme de ces deux Suites, on

$$2\times\left\{\begin{array}{l}\text{on trouvera } \left(\frac{a}{b}\right)^n - \frac{n\times n-1}{1.2}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{n-2} \\ + \frac{n\times n-1\times n-2\times n-3}{1.2.3.4}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \\ - \frac{n\times n-1\ldots n-5}{1.2\ldots 6}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} \\ + \frac{n\times n-1\ldots n-7}{1,2\ldots 8}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \\ - \frac{n\times n-1\ldots n-9}{1.2\ldots 10}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{n-10} + \&c.\end{array}\right.$$

qui forme une Suite composée d'un infinité de termes, dont aucun n'est affecté de quantités imaginaires.

COROLLAIRE I.

Il est donc évident que la quantité $(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^n + (\frac{a}{b}) - \sqrt{-1})^n$, qui renferme des imaginaires, quelle que soit la valeur de l'exposant n, est toujours réelle, soit que cet exposant soit un nombre entier, ou un nombre rompu, & qu'il soit positif ou négatif.

COROLLAIRE II.

Mais quand l'exposant n est un nombre entier positif, la Suite finit en quelque endroit: Si, par exemple, $n=9$, cette Suite devient

$2\times[(\frac{a}{b})^9 - 36\times(\frac{a}{b})^7 + 126\times(\frac{a}{b})^5 - 84\times(\frac{a}{b})^3 + 9\times\frac{a}{b})^1]$.

Il en ſera de même de tout autre nombre entier poſitif.

COROLLAIRE III.

Quand l'expoſant n eſt un nombre entier négatif, la Suite eſt compoſée d'une infinité de termes: Si, par exemple, $n=-3$, cette Suite devient

$$2\times[(\frac{a}{b})^{-3} - 6\times(\frac{a}{b})^{-5} + 15\times(\frac{a}{b})^{-7} - 28\times(\frac{a}{b})^{-9} + 45\times(\frac{a}{b})^{-11} - \&c.$$

dont la ſomme eſt $2\times\frac{[(\frac{a}{b})^2 - 3\times(\frac{a}{b})]}{[(\frac{a}{b})^2 - 1]^3}$, parce que $[(\frac{a}{b}) + \sqrt{-1}]^{-3} + [(\frac{a}{b}) - \sqrt{-1}]^{-3} = \frac{1}{[(\frac{a}{b}) + \sqrt{-1}]^3} + \frac{1}{(\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}$

$= \frac{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 + (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 \times (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}$, & en élevant chaque binôme à la 3me puiſſance, il viendra

$$\frac{(\frac{a}{b})^3 + 3\times(\frac{a}{b})^2\times\sqrt{-1} - 3\times(\frac{a}{b})^1 - 1\sqrt{-1} + (\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})^2\times\sqrt{-1} - 3\times(\frac{a}{b})^1 + 1\sqrt{-1}}{((\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})^1 + [3\times(\frac{a}{b})^2 - 1]\times\sqrt{-1})\times((\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})^1 - [3\times(\frac{a}{b})^2 + 1]\times\sqrt{-1})}$$

$$= \frac{2\times[(\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})^1]}{[(\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})]^2 + [3\times(\frac{a}{b})^2 - 1]^2} = \frac{2\times[(\frac{a}{b})^3 - 3\times(\frac{a}{b})]}{(\frac{a}{b})^6 - 6\times(\frac{a}{b})^4 + 9\times(\frac{a}{b})^2 + 9\times(\frac{a}{b})^4 - 6\times(\frac{a}{b})^2 + 1}$$

$$= \frac{2\times[(\frac{a}{b})^3 - 3\times\frac{a}{b}]}{(\frac{a}{b})^6 + 3\times(\frac{a}{b})^4 + 3\times(\frac{a}{b})^2 + 1} = \frac{2\times[(\frac{a}{b})^3 - 3\times\frac{a}{b}]}{[(\frac{a}{b})^2 + 1]^3}$$; Il en sera de même de tout autre nombre entier négatif. Cette Suite, quoique composée d'une infinité de termes, sera toujours sommable.

Mais quand l'exposant n est une fraction, par exemple $n = \frac{1}{3}$, $\sqrt[3]{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})} + \sqrt[3]{(\frac{a}{b} - \sqrt{-1})}$ devient

$$2\times\left\{\begin{array}{l}\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{3}}+\frac{1\times2}{1.2\times(3)^2}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{5}{3}}-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{11}{3}}\\ +\frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5\ldots6\times(3)^6}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{17}{3}}-\frac{1.2.5\ldots20}{1.2.3\ldots8\times(3)^8}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{23}{3}}\\ +\frac{1.2.5\ldots26}{1.2.3\ldots10\times(3)^{10}}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{29}{3}}-\frac{1.2.5\ldots32}{1.2.3\ldots12\times(3)^{12}}\times\left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{35}{3}}\end{array}\right.$$

+ &c. qui eſt une Suite compoſée d'une infinité de termes, dont par aucune des Méthodes connues on ne peut trouver la ſomme autrement que par cette expreſſion $\sqrt[3]{(\frac{a}{b}+\sqrt{-1})}+\sqrt[3]{(\frac{a}{b}-\sqrt{-1})}$.

Si donc on met dans cette Suite pour $\frac{a}{b}$ ſa valeur $\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3+\frac{1}{4}qq)}}$, on aura pour l'expreſſion de la Racine qu'on cherche

$$2\sqrt[6]{\left(\tfrac{1}{27}p^3-\tfrac{1}{4}qq\right)}\times\left\{\begin{array}{l}\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}\right)^{\frac{2}{3}}+\frac{1.2}{1.2.(3)^2}\times\left(\frac{q}{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}\right)^{-\frac{5}{3}}-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\\ \times\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}\right)^{-\frac{11}{3}}+\frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5.6\times(3)^6}\times\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}\right)^{-\frac{17}{3}}\\ -\frac{1.2.5\ldots20}{1.2.3\ldots8\times(3)^8}\times\left(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}\right)^{-\frac{23}{3}}+\&c.\end{array}\right.$$

qui se réduit à

$$2\sqrt[3]{\left(\tfrac{1}{2}q\right)}\times\left\{\begin{array}{l}1+\frac{1.2}{1.2.(3)^2}\times\left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^2-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\times\left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^4\\ +\frac{1.2.5\ldots14}{1.2.3\ldots6\times(3)^6}\times\left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^6-\frac{1.2.5.8\ldots20}{1.2.3\ldots8\times(3)^8}\times\left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^8\\ +\frac{1.2.5.8\ldots26}{1.2.3\ldots10\times(3)^{10}}\times\left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}-p^3\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^{10}-\&c.\end{array}\right.$$

DE



DE L'ETAIN.

PREMIER MEMOIRE.

Par Mr. GEOFFROY *.

CE n'eſt que par une longue ſuite d'expériences qu'on peut parvenir à connoitre avec quelque évidence ce qui entre dans la compoſition des Mixtes. Les ſubſtances métalliques, ſur-tout, étant d'un tiſſu plus ſerré, plus lié, plus tenace que les Végétaux & les Animaux, exigent un travail beaucoup plus long & plus obſtiné, ſi l'on veut en ſéparer les principes & en reconnoitre les différences. Parmi ces ſubſtances métalliques, celles qu'on appelle Métaux parfaits, ſont les plus difficiles à décompoſer; tels ſont l'Or & l'Argent. Dans les imparfaites, le Fer, l'Antimoine, le Zinc, &c. ſe diviſent avec plus de facilité. Enfin il y en a de moyennes entre celles-ci & les prémières, dont la décompoſition paroît difficile, mais non pas impoſſible, elles ſemblent avoir été moins travaillées, moins examinées que les autres, telles ſont l'Etain, le Biſmuth. J'ai choiſi le prémier pour en faire l'objet d'un travail ſuivi, d'une eſpèce d'analiſe qui me fournira la matière de pluſieurs Mémoires. Mais pour mettre quelque ordre dans cette ſuite de Mémoires

* 21 Mars 1738.

moires, je ne puis me dispenser de commencer celui-ci par un abrégé de l'Histoire naturelle de cette substance métallique.

Ce Métal est le *Cassiteron* des Grecs, le *Plumbum Album* des Romains, le *Stannum* des Modernes. On en trouve des Mines dans plusieurs Etats de l'Europe, en Saxe & en Mysnie, comme à Stolberg, Geyer, Anneberg, Altemberg *, Freyberg, & autres lieux: dans la montagne de Saint-André de la Forêt-noire. En Bohême dans les Mines de Groupe près de Toplitz, dans celles d'Aberdam, de Schonfeld, &c. Dans la Hongrie aux Mines de Schemnitz & du Comté du Lyptow. On en trouve aussi dans quelques endroits des Indes Orientales, comme au Royaume de Quidday, entre Tanasseri & le détroit de Malaca. Nous en avons quelques Mines en France, mais pauvres, & d'exploitation couteuse & difficile. „ Si l'on „ s'en rapporte à Woodward †, il n'y a point „ de païs qui en fournisse de si beau, ni en „ si grande quantité, que la province de „ Cornoailles en Angleterre. C'est selon lui, „ la seule production de cette Isle qu'on en„ voyât dans les autres païs avant que les „ Romains y eussent fait des descentes. Les „ habitans en faisoient commerce avec les „ Phéniciens depuis l'antiquité la plus re„ culée. Ils l'envoyoient dans des bateaux „ faits d'osier & couverts de peaux, à l'Isle „ de Wight, & de-là aux côtes de la Gaule

* *Bruckmanni Musæum metallicum.*

† *Woodward distribut. méthodique des Fossiles, pag. 337. Edit. Franç.*

„ les plus voisines. On le conduisoit ensuite „ par terre jusqu'à Marseille, où les Phéni- „ ciens venoient l'acheter, & le transportoient „ dans tous les lieux de leur commerce ".

A l'égard du travail de la mine d'Etain, comme on ne le trouve bien décrit que par les Anglois, c'est de quelques Mémoires insérés dans les Transactions Philosophiques que j'emprunte une partie du détail suivant.

Il y a six sortes de Minerai ou marcassite d'Etain, la pâle, la blanche, la grise, la brune, la rouge & la noire. Cette dernière est la plus riche & la meilleure.

Il est rare de trouver des morceaux d'Etain pur & naturel, comme on en trouve d'Or ou d'Argent dans quelques Mines du Méxique, du Pérou & du Potosi, que les Espagnols appellent des *Pepites*. Les grains d'Etain, ou ce que les ouvriers nomment ainsi, sont riches à la vérité, plus que la mine ordinaire, mais ils ne rendent que 50 pour cent en métal pur, au-lieu qu'il y a des Pepites d'Or sur lesquelles il n'y a presque point de déchet.

Les Anglois experts dans la découverte de ces sortes de mines, tirent leurs indices de plusieurs marques extérieures, dont la principale est la rencontre de quelques morceaux de pierre métallique, épars sur la terre, qu'ils nomment *Shoad* ou *Squad*; le plus souvent on ne les trouve qu'à deux ou trois pieds de profondeur entre deux lits de roche couleur de fer, & qui ne tient que peu ou point d'Etain, mais plus communément, c'est en observant les rigoles qu'un violent orage

a laissées creuses le long des berges des Rivières : s'ils y apperçoivent quelque lit de terre qui soit d'une couleur différente de celle du terrain plus élevé de la berge, ils ont grande attention de chercher dans ce lit de terre différemment colorée, quelques fragmens de Mine. S'ils en trouvent, ils examinent avec le niveau quelle est la pente la plus rapide des lieux voisins de ces rigoles, presque assurés que c'est de-là que l'eau a entraîné ces fragmens; ils s'y transportent, & fouillent au plus bas de ces côteaux.

La pierre métallique dont ces fragmens ont été détachés, se distingue aisément des autres pierres par sa pesanteur & par sa porosité. Car la mine d'Etain est quelquefois poreuse, à peu-près comme des os qui seroient presque entièrement calcinés; ce n'est pas que ce métal ne se trouve aussi le plus souvent renfermé dans des masses d'une espèce de roche compacte & dure, comme il a été dit plus haut.

Il y a encore d'autres moyens de reconnoitre cette Mine, mais le plus certain, & celui qui donne en même tems une connoissance suffisante du genre & de la richesse de la Mine qu'on a découverte, c'est de la mettre en poudre fine, & de la laver dans une petite nacelle ou gondole, comme on lave les paillettes d'Or des Rivières aurifères, & de faire ensuite un essai de la partie métallique qui reste après que toute la matière terreuse en a été emportée par l'eau. Car il y a des Mines qui ne portent pas toujours du métal également bon; elles ne fournissent

quelquefois qu'une ſubſtance impure qui n'eſt ni terre, ni pierre, ni métal, mais un mêlange différemment nué qui approche beaucoup du mâchefer.

Plus le *Shoad* ou pierre métallique mêlée ſans liaiſon avec la terre ordinaire ſe trouve profondément dans la montagne, plus le filon qu'ils nomment le *Load* eſt prêt à découvrir: il y a auſſi de ces ſortes de filons qui ſe trouvent à fleur de terre. Ordinairement la veine ou le filon principal commence à l'Eſt & court à l'Oueſt; rarement a-t-il une direction oppoſée, il eſt preſque toujours incliné, & l'on trouve qu'il s'enfonce de plus en plus à meſure qu'on le ſuit en fouillant: il s'en rencontre même qui deſcendent presque perpendiculairement, & ſouvent depuis 40 juſqu'à 60 & 80 braſſes, ſur-tout lorſque la Mine eſt riche. Le filon principal a auſſi preſque toujours des branches auxquelles il ſemble avoir donné naiſſance; du moins elles ſortent de cette eſpèce de tronc, s'étendant au Nord & au Sud: les ouvriers donnent le nom de *Countreys* à ces branches. Il ſe trouve des filons principaux d'un pied de diamètre, d'autres de deux à trois pieds, ce qui varie ſuivant la quantité de matières hétérogènes qui s'y joignent.

Quand les ouvriers ont fouillé un peu avant, ils ſont obligés de ſe donner de l'air par des ventouſes ou canaux quarrés perpendiculaires au canal qu'ils ont creuſé, ſans cela ils n'y pourroient tenir leurs lampes allumées, & courroient riſque d'être étouffés eux-mêmes par des vapeurs ſulphureuſes &

ſou-

fouvent arſénicales, qui ſortent ſubitement des cavités naturelles qu'on rencontre ſouvent dans les Mines, & qui les ſurprennent. On trouve preſque toujours voiſine de la veine ou filon, une ſorte de *Fluor* qu'ils nomment *Sparr*, & qui ſouvent l'enveloppe, elle eſt commune à la plupart des Mines, & Beccher la regarde comme leur matrice. C'eſt dans ce *Sparr* qu'on rencontre des pierres aſſez groſſes pour y graver différens ſujets, & aſſez dures pour couper le verre; on les nomme *Diamans de Cornoailles*, elles ſont quelquefois d'un rouge tranſparent, & ont l'éclat des rubis. Sur ce *Sparr* on trouve auſſi une autre ſorte de ſubſtance ſemblable à une pierre blanche tendre que les mineurs appellent *Kellus*, qui laiſſe une écume blanche lorſqu'on la lave dans l'eau en ſortant de la Mine: il ſemble que ce ſoit la même matière que le *Sparr*, & qu'elle n'en diffère que par le dégré de pétrification criſtalline.

La Mine ſe détache par les moyens ordinaires décrits par tous les Métallurgiſtes: les principaux outils ſont un pic, une pioche de fer faite en forme de marteau, un outil asſerré d'acier, formé comme un perçoir de Maréchal, qu'ils enfoncent avec un des bouts de leur pioche, pour éclater le filon. C'eſt dans ce canal ſouterrain de la Mine, que les ouvriers commencent à réduire le Minerai en moyens morceaux du poids d'une livre au plus, & c'eſt en le caſſant ainſi qu'on y trouve une autre matière qu'on nomme *Mondyck*: on la diſtingue aiſément de l'Etain, quoique de couleur brune ſale, en ce qu'el-

le falit les doigts: cette matière, si elle reste avec l'Etain, le gâte, lui ôte son éclat, & le rend très cassant. Le feu dissipe le *Mondyck*, il s'exhale tout en fumée, & l'odeur en est pernicieuse. Mr. Hellot qui a examiné cette matière, l'a trouvée presque en tout semblable à une Mine bitumineuse d'Arsenic, qui fut envoyée l'année dernière de Sainte Marie aux-Mines, à Mr. le Controlleur général. Sublimée à grand feu, elle donne à la voute du vaisseau des cristaux d'Arsenic presque noirs, & mêlés d'une suie bitumineuse encore plus noire: mais en retenant ce bitume par quelque corps terreux, par de la chaux éteinte, de la marne, de la craie, on parvient à en sublimer un Arsénic pur & fort blanc.

On porte le Minérai concassé sous des Pilons mus par une roue qu'un courant d'eau fait tourner, on les jette par pannerées dans une caisse quarrée découverte, dans laquelle coule sans interruption, une chute d'eau de trois à quatre pouces. L'un des côtés de cette caisse est fermé par une plaque de fer percée de petits trous comme un crible, par où l'eau sort & entraine avec elle la partie du Minérai qui est pilée assez menue pour passer par ces trous, aussi bien que les matières hétérogènes: le tout est conduit par l'eau dans une longue goutière ou auge de bois. La terre & les autres matières hétérogènes, comme plus légères que le métal, ne font que passer dans l'auge sans s'arrêter, & vont tomber dans des vaisseaux ou dans une fosse qu'on appellé *Loob*, l'Etain comme plus pésant

fant reste dans l'auge; mais pour en perdre le moins qu'il est possible, on a la précaution de mettre à une distance assez considérable des Pilons, du gazon dans l'Auge pour arrêter l'Etain, & l'empêcher de passer outre. On ôte ensuite cet Etain de l'Auge, & on le porte au *Buddle* qui est un vaisseau ou grande Caisse quarrée basse, dont le fond est un peu incliné, l'eau qui y passe continuellement lave le sable & la terre qui reste mêlée avec l'Etain, & des ouvriers y agitent sans discontinuer ce mêlange, tant avec leurs pieds qu'avec des Pelles, pour que les lotions s'en fassent plus exactement. L'Etain grossier qu'ils nomment le *Brut*, se précipite au fond, & le fin reste au-dessus: on porte celui ci appellé *Buddle*, dans un autre vaisseau qu'on nommé *Wreck*, on le remue de nouveau avec des Rateaux de bois, pour achever de le laver avec l'eau qui coule aussi dans ces derniers vaisseaux. Dans le *Wreck* l'Etain fin se trouve encore au-dessus, il ne lui faut plus d'autre préparation: on l'appelle alors Etain noir, en effet il est réduit en une poudre aussi déliée que du sable noir: on le porte à la fonderie.

On retire ensuite de *Buddle* l'Etain grossier, on le repasse au crible avant que de le reporter sous les Pilons pour le broyer de nouveau, on lave dans un vaisseau qu'on tient & qu'on agite sous l'eau la partie la plus fine de ce Minerai nouvellement battu, celle qui est métallique prend cette fois-ci le dessous: le sable, la terre, & les autres matières inutiles s'en vont avec l'eau. On reprend

prend cette partie métallique pour la passer avec de l'eau par des Tamis fins; & ce qui passe à travers est l'Etain noir.

On refait les mêmes opérations sur l'Etain grossier qui tombe & reste le dernier de tous dans le *Buddle* & dans le *Wreck*: c'est ce que les ouvriers appellent la *Queue*, comme aussi sur celui qui de la goutière tombe dans le *Loob* ou fosse dont il a été parlé ci-devant; on le lave, on le tamise, on reporte le grossier aux Pilons, & le plus fin au *Wreck*.

On est toujours obligé de mêler de la Mine nouvelle avec l'Etain brut qu'on reporte aux Pilons, sans quoi on ne pourroit le broyer; les Pilons, disent les ouvriers, le rebuteroient, parce qu'il est déja divisé en parties assez menues pour ne pas faire de résistance à ces Pilons.

A l'égard de l'Etain que le prémier lavage entraine jusques dans le *Loob* ou fosse, les ouvriers l'y laissent pendant un tems assez considérable, ils prétendent qu'il s'y perfectionne, & qu'il s'augmente pendant son séjour. Quant à la fonte de l'Etain noir, on la facilite par le contact immédiat du charbon, c'est-à-dire, qu'on met dans le fourneau un lit de charbon, ensuite un lit d'Etain noir, puis un lit de charbon, & ainsi de suite alternativement jusqu'à une assez grande hauteur. L'ouvroir de ce Fourneau, qui est de l'espèce de ceux qu'on nomme vulgairement *Fourneaux à manche*, est beaucoup plus large en haut qu'il n'est en bas; les ouvriers l'appellent la *Maison*: on y fait un feu très violent qu'on anime

par

par le jeu de plusieurs grands soufflets qu'un courant d'eau fait mouvoir comme dans les Fonderies des autres Métaux. L'Etain qui se fond coule avec l'écume ou les scories, par un trou pratiqué au fond de la *Maison*, dans une grande Auge de pierre, la cendre & les scories qui ressemblent assez à celles de la gueuse de fer, nagent dessus & se durcissent dans un instant ; on enlève ces scories, & on les met à part. Autrefois on ne les employoit qu'à rétablir & ferrer les grands chemins, mais depuis 50 ans ou environ, on les rapporte aux pilons, on les lave & l'on en retire encore une bonne quantité d'Etain: on ramasse aussi toutes les terres que l'eau avoit enlevées de la Mine, on les expose à l'air, au bout de 6 ou 7 ans on les travaille, & l'on retire encore une quantité assez considérable de Métal; sans cette précaution elles ne vaudroient rien du tout, au rapport des ouvriers.

On refond cet Etain en gâteau pour le couler dans des moules quarrés & oblongs de pierre dite de *Marais*. On nomme *Slabs* ou Saumons les petits Lingots, les gros s'appellent des *Bloes*: deux livres d'Etain noir, préparé comme il a été dit ci-dessus, rendent ordinairement une livre de Métal pur, & même davantage.

L'Officier préposé par le Roi, marque ces Saumons d'un Lion rampant, & reçoit le droit dû à Sa Majesté, qui étoit autrefois de 4 Schellings pour cent livres d'Etain. Je crois qu'il y a eu depuis quelques change mens à ce sujet, dont j'ai négligé de m'é-

claircir, parce qu'ils sont inutiles à ce Mémoire.

A l'égard de la quantité de cet Etain, encore pur & sans alliage, les saumons sont plus ou moins fins, suivant les endroits d'où l'on en coupe pour en faire des épreuves: le dessus ou la crème du saumon est très douce, & si pliante qu'on ne la peut travailler seule, on est obligé d'y mêler du Cuivre, dont elle peut porter jusqu'à trois livres sur cent, & quelquefois jusqu'à cinq livres. Le milieu du saumon est plus dur, & ne peut porter que deux livres de Cuivre & le fond est si aigre qu'il y faut joindre du Plomb pour le travailler.

L'Etain ne sort point d'Angleterre dans sa pureté naturelle, ou tel qu'il a coulé du fourneau: il y a des défenses très rigoureuses de le transporter dans les païs étrangers avant qu'il ait reçu l'alliage du Plomb porté par la Loi. Cependant malgré ces défenses, les curieux trouvent moyen d'en avoir dans sa plus grande pureté. Il est formé ordinairement en larmes longues, desquelles plusieurs sont réunies par une espèce de pédicule ou attache commune dont ces longues larmes se séparent aisément. C'est celui que j'appellerai *Etain vierge* dans la suite de ce Mémoire, non qu'on le trouve tel dans la Mine, & sans le secours du feu, comme le Mercure vierge de quelques Mines, ou comme les pepites d'Or, & d'Argent, mais parce qu'il vient des Mines les plus abondantes, les plus pures, & que ce sont les prémières gouttes coulantes de la fonte. C'est cet Etain qui

me

me sert, pour ainsi dire, d'Etalon pour déterminer la pureté de tous les autres Etains que j'examine; car ce qu'on appelle communément *Etain fin* dans le commerce, est déja allié de Plomb.

Outre le mélange du Cuivre & du Plomb dont je viens de parler, il se trouve des Etains qui sont *gras*, selon l'expression des ouvriers, & dont le planage seroit difficile, si l'on ne les aigrissoit un peu en y ajoutant du Zinc, ce qu'ils appellent *dégraisser* l'Etain, mais on n'en peut mettre qu'environ une livre ou deux sur cent livres; car si l'on en mettoit beaucoup, il rendroit l'Etain un peu plus difficile à traiter. C'est ce qui fait que les bons ouvriers y mêlent plutôt la limaille d'Epingles, fondue avec la Résine, ce qui peut aller à demi-livre sur deux ou trois cens pesant. On sait que le fil de Laiton dont on fait les Epingles, est un Cuivre allié avec la Calamine, minéral qui contient une portion de Zinc.

Il y a des ouvriers Anglois, qui pour travailler l'Etain, ajoutent à celui qui est déja allié de Cuivre, du Bismuth ou Etain de glace, pour donner plus de blanc, plus de corps & plus de brillant à leurs ouvrages. Ce qui va à demi-livre d'Etain de glace sur la proportion de Cuivre ci-devant marquée.

A l'égard du Régule d'Antimoine, on n'en mêle plus guère dans la Vaisselle, parce qu'il la rendoit trop cassante. On a éprouvé même qu'elle cassoit en la chauffant seulement. Cependant on peut sur un saumon de 360 pesant ajouter une livre de Régule. Quant

aux

aux Cuillères & aux Fourchettes qui ne vont point au feu, on peut mettre beaucoup plus de ce minéral dans le mêlange pour leur donner la dureté nécessaire à l'usage.

On voit aisément que par tous ces alliages de Cuivre, de Laiton, de Zinc, de Plomb, d'Antimoine, on doit difficilement trouver de l'Etain en lingot qui soit pur; mais jusqu'à présent on n'a eu aucun moyen sûr pour en connoitre la pureté: quoique les Potiers d'Etain soient persuadés que leur essai suffit, on voit aisément que l'inspection de la couleur ne doit donner qu'une connoissance imparfaite de cette pureté, comme on n'en a jamais qu'une très douteuse du Titre de l'Or ou de l'Argent par la Pierre de touche. Il sera parlé de cet essai des Potiers d'Etain dans la suite de ce Mémoire.

Voilà à peu-près tout ce qui concerne la préparation de ce métal, quant à l'usage œconomique. On trouvera dans le Dictionnaire du Commerce, & dans son Supplément, ce qui concerne les différentes formes qu'on lui donne par rapport à l'emploi qu'en font différens ouvriers, & les Réglemens qui regardent le commerce de ce métal; ce qui n'est pas de mon sujet.

Outre l'Etain d'Angleterre & d'Allemagne, les Hollandois apportent encore des Indes orientales en Europe deux autres sortes d'Etain qui passe pour fin; celui de *Melac*, qui est l'Etain de Malaca, & celui de *Brencas*, dont je n'ai pu découvrir l'origine, quelques recherches que j'aye faites. Ce prémier, regardé comme le plus fin, est préféré au

Bren-

Brencas pour les Teintures en Ecarlatte, & par les ouvriers qui mettent les Glaces au teint.

L'Etain examiné par les Chimistes, a été mis au nombre des Métaux sulfureux, & l'on verra par mes expériences que son Soufre est inflammable par lui-même & sans aucun mélange, mais ce Soufre brulant paroit être uni à une portion de Soufre arsénical, non seulement parce que l'odeur de ses vapeurs l'annoncent, mais parce que l'Etain qui entre dans quelque mélange métallique, les rend aigres comme feroit l'Arsénic qu'on y auroit introduit. C'est à cause de l'aigreur que l'Etain communique aux substances métalliques, qu'on le nomme le *Diable des Métaux*. Quand il est une fois mêlé avec eux, & principalement avec l'Argent, il le détruit ou l'altère de manière qu'on ne sauroit le rendre traitable ni l'en séparer sans perdre beaucoup de matière, à moins qu'on ne le coupelle avec beaucoup de Plomb, & qu'on ne mette sur la coupelle une quantité proportionnée de limaille de Fer, suivant le procédé communiqué par Mr. Grosse dans un Mémoire qui fut lu dans l'Académie au mois d'Aout 1736.

Outre le Soufre, l'Etain est composé encore d'une Terre cristalline ou vitrifiable; du moins on est en droit de le croire ainsi, puisque de sa chaux, à l'aide d'un peu de frite, on en fait un Email blanc; & Becher a remarqué que dans un feu fort violent & longtems continué, ce métal se convertit tout entier en Verre, sans corroder ni

ni percer le creuset, principalement quand il est pur & sans aucun alliage de Plomb.

Quelques Auteurs ajoutent à ces deux principes un Mercure semblable au Mercure coulant; mais il sera toujours permis de douter de l'existence de ce Mercure, tant que les procédés qu'ils ont publiés pour en faire l'extraction, ne réussiront pas mieux qu'ils ont fait jusqu'à présent.

Comme je n'ai pas dessein d'allonger ces Mémoires par des détails d'opérations déja connues, je ne parlerai que des moyens que j'ai employés jusqu'à présent pour parvenir à connoître le dégré d'alliage des Etains qui sont communément d'usage à Paris. J'ai fait moi-même les essais, suivant la méthode des Potiers d'Etain; c'est-à dire, que je me suis servi comme eux d'une espèce de Lingotière faite de tuffeau ou de marne, qui est creusée en manière de cuillier. Quand l'Etain coulé dans cette cuillier ronde par le petit canal qui y conduit, & qui forme la queue du jet, est clair & brillant comme l'Argent, il est réputé fin; cependant frotté rudement sur le papier, il le noircit encore beaucoup plus que ne le fait l'Etain vierge, qui me sert de pièce de comparaison. Lorsque le Plomb passe le titre dans l'Etain commun (où il en doit entrer depuis 18 jusqu'à 20 pour 100) on le connoît à sa couleur noire sur la queue de l'essai & autour du gâteau moulé dans la cuillier, selon qu'il en est plus ou moins chargé. Donc ce n'est que par une inspection qui peut devenir arbitraire, qu'on juge ainsi de la pureté de ce métal. Quoique

que cet essai puisse suffire aux Potiers d'Etain pour se conformer aux Réglemens de leur Communauté, on sent bien qu'il ne peut donner un indice certain d'une exacte pureté. On va voir que la calcination de ce métal donnera des différences bien plus marquées, & que le moindre alliage de Plomb, ne fût-il que d'un pour cent sera apperçu, pourvu qu'on fasse cette calcination avec quelque attention. Car de le réduire en chaux par les méthodes ordinaires, en le mettant dans un vaisseau plat de terre ou de fer, & en l'agitant avec une cuillier ou une spatule de fer, on n'est jamais sûr qu'il ne s'y soit point mêlé quelque portion de Fer, puisqu'il paroît par l'expérience de Mr. Grosse, que le Souffre arsénical de l'Etain se transporte, pour ainsi dire, avec avidité, sur le Fer, le corrode & le scorifie.

Je commence par l'Etain vierge d'Angleterre: j'examinerai ensuite ceux qui sont dans le commerce, en suivant l'ordre de leur pureté ou réelle, ou qui fait la différence de leur prix, ensuite j'examinerai les Etains d'un prix inférieur, & que les ouvriers allient différemment selon les ouvrages auxquels ils les destinent. J'aurois bien souhaité trouver un moyen de départir ou séparer ce métal de tous ces alliages, pour le remettre dans sa pureté originaire, ce seroit une véritable découverte, qui conserveroit beaucoup d'Etain perdu dans les Soudures des vieux Plombs, malgré l'attention des Plombiers à en retirer les Soudures avant que de les recouler en table. Mais je n'ai pas encore été assez heu-

heureux pour y parvenir par des moyens qui fussent d'une exécution facile & peu couteuse pour les ouvriers. La liaison de l'Etain avec les matières métalliques est si intime, qu'elle ôte toute espérance de séparation. Si cependant c'est cette portion d'Arsenic, légitimement soupçonnée dans l'Etain, qui fait cette liaison, il ne paroît pas absolument impossible de trouver quelque manière de le détourner sur un autre corps ou terreux ou métallique, & alors le départ de l'alliage auroit peut-être plus de succès : mais je reviens au détail de mes calcinations.

L'Etain, tant le plus pur que l'Etain fin ordinaire, fait fuser & fulminer le Nitre si on le jette en lamines déliées dans ce sel actuellement en fusion, ce que ne fait pas le Plomb qui tombe au fond du Nitre, où il se convertit en Litharge sans aucune déflagration. Il y jette seulement une vapeur noire, au-lieu que celle qui s'élève de l'Etain est blanche, & se convertit en fleurs si l'on met quelque obstacle à son entière évaporation. On a déja là une preuve d'une matière inflammable dans l'Etain. En voici une autre qui démontre que cette matière inflammable a une espèce de fixité. Il n'y a qu'à prendre de la chaux ordinaire d'Etain, & la calciner de nouveau dans un creuset, aussi-tôt qu'on découvre le creuset embrasé, & que l'air extérieur a communication avec cette chaux, on la voit s'allumer, devenir rouge, & pour ainsi dire lumineuse, & pendant qu'elle est ardente, il s'en élève des vapeurs blanches de même nature que les précédentes: de plus si
on

on jette une chaux semblable dans du Nitre en fusion, elle y fuse comme l'Etain non calciné & comme la chaux d'Antimoine. Ce qui prouve que la matière inflammable est aussi essentielle à l'Etain qu'à ce minéral; & ce n'est que par un feu extrême qu'on le peut dépouiller de cette inflammabilité.

Feu Mr. Homberg a rapporté que si l'on expose l'Etain avec du Fer au foyer du Verre ardent, il se dissipe entièrement en fumées épaisses qui forment dans l'air des filets semblables à ceux qu'on y voit flotter quelquefois dans les jours chauds de l'autonne, ou, si l'on veut, semblables aux fleurs de Zinc les plus déliées; d'où il avoit conclu par analogie, que le Zinc pourroit être composé de Fer & d'Etain. Feu mon Frère & moi, nous avons répété ces expériences, & nous avons vu que quand on tient l'Etain seul sur un charbon au même foyer, il se dissipe insensiblement en fumée, mais que placé sans charbon sur une coupelle, il y demeure très longtems, & forme une demi-vitrification assez agréable à la vue. Que si, comme mon Frère l'a dit dans un de ses Mémoires, on met la chaux d'Etain en un petit monceau pyramidal au milieu d'une coupelle, cette chaux ne se fond pas au foyer, mais s'amollit seulement, & à mesure qu'elle perd de sa propre substance par la fumée qui s'en élève, le reste du monceau se crible peu-à-peu, & semble s'arranger en petites houppes ou cristaux déliés, roides, cassans & transparens, qui restent presque inaltérables dans ce feu extrême. D'où l'on doit conclure l'existence d'une terre vitrifiable, second principe qui

entre

entre essentiellement dans le composé de ce métal.

Aucune expérience ne m'a démontré de même la présence du Mercure qu'on y suppose; à moins qu'on ne la veuille conclure de la facilité que le Mercure a de s'amalgamer presque dans l'instant avec ce métal, ce que quelques Auteurs prétendent qu'on ne peut rapporter qu'à cette avidité d'union qu'ont entr'eux les semblables. Comme l'Etain est assez-facile à calciner, il accélère la calcination du Mercure, lorsqu'on l'a amalgamé avec ce métal, & qu'on met cuire cette amalgame dans un matras placé sur un bain de sable. Insensiblement je me suis écarté de mon objet qui, quant à présent, est l'essai de ce métal par la calcination.

Etain Vierge.

Pour la faire avec exactitude, j'ai mis d'abord dans un creuset deux onces de cet Etain en larmes, que j'ai nommé *Etain vierge.* J'ai chauffé le creuset jusqu'à le rougir, & je l'ai entretenu, le mieux qu'il m'a été possible, dans ce prémier dégré de chaleur, j'ai rangé de côté la chaux à mesure qu'elle se formoit sur ce métal. C'étoit une pellicule en petites écailles blanches un peu rougeâtres. Cette expérience m'a fourni une observation que personne, à ce que je crois, n'a faite avant moi, du moins je n'ai pas connoissance qu'aucun Auteur l'ait rapportée, c'est que pendant la calcination de l'Etain, soit qu'on rompe la pellicule qui se forme à la surface du métal en fusion rouge, soit qu'on la laisse en repos sans y toucher, on apperçoit en plusieurs

en

endroits un petit soulevement d'une matière qui ouvre & traverse la pellicule. Cette matière se gonfle, rougit en s'allumant, & jette une petite flamme blanchâtre, aussi vive & aussi brillante que celle du Zinc, lorsqu'on le pousse à feu assez fort pour en faire les fleurs. On peut encore comparer la vivacité de cette flamme à celle de plusieurs petits grains de Phosphore d'urine qu'on allumeroit en les faisant tomber doucement sur de l'eau bouillante. De cette flamme blanche il s'exhale une vapeur blanche, après quoi la masse soulevée s'écroule en partie, & se réduit en une poudre blanche légère, & tachée quelquefois de rouge selon la force du feu. Après ce commencement d'ignition, il y a des soulevemens de matières plus forts, plus nombreux ou plus fréquens, dont il sort une assez grosse fumée blanche qu'on peut arrêter par un couvercle de tole ou de cuivre rouge ajusté au creuset: ce sont des fleurs d'Etain qui rongent un peu ces métaux; d'où l'on peut conjecturer que c'est une portion d'Arsenic qui en facilite la sublimation, ce qui a fait mettre l'Etain au nombre des substances métalliques volatiles. A l'égard de cette première chaux qui s'est accumulée sur l'Etain en fusion, elle est blanche & rouge, c'est-à-dire, que les petites écailles qui la composent sont rouges en dessous & blanches en dessus.

Quand la croute formée par cette chaux est assez épaisse ou en assez grande quantité pour ne pouvoir plus être rangée de côté, & laisser une portion du Métal à découvert, je

fais

fais cesser le feu, parce qu'il ne se formeroit plus de chaux; la communication de l'air extérieur avec le bain d'Etain y étant nécessaire. Lorsque le creuset est refroidi, & qu'on a fait tomber la chaux qui couvroit le métal, on apperçoit un *cercle rouge* autour du creuset & au bord de cet Etain vierge, comme sur les autres Etains qui sont fins, & à l'endroit qui étoit couvert de la chaux rangée en monceau. Je soupçonne que c'est une portion du soufre allumé de ce métal, qui n'ayant pu traverser cette masse de chaux pour se dissiper en fumée, s'y est attachée, & y a laissé cette teinte: il faut faire observer que si le feu est trop fort, l'inflammation des particules sulphureuses, ni les fumées blanches qui s'en élèvent, ne s'apperçoivent pas si bien que lorsque le feu est tel qu'il le faut pour entretenir simplement le creuset rouge de cerise.

Je recommence la calcination après que j'ai séparé la prémière chaux; à ce second feu les végétations ou boursoufflemens sont plus considérables, & s'élèvent en forme de choufleurs, mais leur assemblage est toujours composé de petites écailles, la portion de cette végétation, qui a été bien calcinée, est aussi blanche & rouge; il s'en est trouvé même de petits morceaux dont la surface inférieure étoit totalement rouge, il semble qu'en continuant ces calcinations il s'élève des vapeurs sulphureuses d'un autre genre que dans le commencement; puisqu'au prémier feu toute la chaux étoit parfaitement blanche, au-lieu qu'au second elle a commen-

mencé à être tachée en quelques endroits d'une teinte noire; & comme j'ai éteint & rallumé le feu douze fois pour calciner entièrement mes deux onces d'Etain, j'ai eu occasion de m'assurer que dès le quatrième feu, & quelquefois dès le troisième, les taches rouges de la chaux diminuent, & les noires augmentent, que les végétations cessent, que la croute de chaux reste platte; qu'au douzième feu l'Etain ne fournit plus de cette croute écailleuse que vers la fin, les ondulations du métal en bain ne paroissent plus, & que le peu de chaux qui reste, est mêlée de quelques grains de métal très menus, & qui paroissent beaucoup plus durs que l'Etain. Je n'en ai pas pu rassembler en assez grande quantité pour les coupeller, & m'assurer si ce ne seroit pas de l'Argent.

Comme j'avois fait cette calcination à douze reprises, j'avois douze tas de chaux presque toute en écaille, & encore un peu dure, il auroit été trop long de les recalciner toutes séparément; ainsi je les ai réunies en quatre lots, formés chacun de trois, pris suivant leur ordre de calcination: en donnant à chacun un feu assez fort & assez long pour que la calcination en fût la plus exacte qu'il feroit possible, j'ai eu toutes ces chaux d'un très beau blanc; à la réserve du prémier lot, qui étant composé de la chaux des trois prémiers feux, laquelle avoit des écailles teintes de rouge, a conservé une teinte incarnate, mais presque imperceptible. Ces deux onces d'Etain vierge ont augmenté à la calcination de 2 gros 57 grains.

Il eſt à remarquer, comme on le verra par la ſuite, qu'il n'y a que cet Etain vierge qui donne une chaux d'un blanc parfait: or cette blancheur étant telle qu'elle ne peut provenir que d'un Etain pur, elle ſervira à déterminer, beaucoup mieux que l'eſſai des Potiers d'Etain, quel peut être à peu-près le dégré d'alliage, ou le Titre d'un autre Etain dont on lui comparera la chaux. Je dis à peu-près, car je ſens bien qu'on pourroit m'objecter que ce n'eſt pas là encore un eſſai chimique de la dernière exactitude. Mais y en a-t-il d'exacts? Ceux mêmes de l'Or & de l'Argent ont-ils cette exactitude réquiſe; Ne dépendent-ils pas de la juſteſſe des balances & des poids, des précautions de l'eſſayeur, & du choix du Plomb qu'on employe aux coupelles?

Paſſons à la calcination des autres Etains d'uſage, pour en comparer la chaux. Ils ont tous été traités avec les mêmes précautions, & en douze calcinations comme le précédent.

Etain fin des Potiers d'Etain.

L'Etain que les Potiers mettent en œuvre ſous le nom d'*Etain fin*, a donné, étant en fuſion rouge, une croute qui n'a ni végété, ni ne s'eſt allumée, elle étoit blanche-griſâtre, mêlée de quelques petites parties rouges & dures. La chaux du ſecond feu s'eſt enlevée en une plaque encore plus dure; elle étoit aſſez blanche, & tachetée auſſi par deſſous de quelques petits points rouges. Au troiſième feu il y a eu quelques endroits qui ſe ſont gonflés, & dont il a ſorti de petits jets de

de flamme, mais peu brillante. La croute de cette chaux étoit tachetée de verd, indice de Cuivre dans cet Etain, & j'ai eu la confirmation que le Cuivre étoit entré dans l'alliage de cet Etain, en le dissolvant dans des Esprits acides. La chaux du cinquième feu a pris une couleur d'un gris de cendre. Les sept autres chaux ont été peu différentes de celle-ci. Ces douze chaux réunies en cinq lots, & calcinées de nouveau, le prémier lot est resté d'un blanc un peu incarnat, le second un peu gris, le troisième à peu-près de la même couleur, mais tirant un peu sur le verdâtre, le quatrième gris de perle, & le cinquième de couleur de cendre-foncée & un peu olivâtre. Les 2 onces de cet Etain ont augmenté de 2 gros 59 grains.

Etain commun.

Cet Etain se réduit assez promptement en chaux, la croute qui se forme dessus est assez ferme pour être enlevée avec la verge de fer sans se rompre, elle est d'un gris blanc; la seconde chaux, d'un gris de terre cuite; la troisième & la quatrième, d'un gris plus foncé, tirant sur le verdâtre, la cinquième tout-à-fait olive. Les sept autres sont à peu-près semblables. Il y a eu de petites parties de la prémière chaux qui se sont allumées comme dans l'opération sur l'Etain vierge, mais avec cette différence que ce dernier donne des fumées blanches, & que celui-ci, après en avoir donné un peu de semblables, finit sa fulguration par des fumées noires qui tachent de cette couleur les endroits de la

croute par lesquels elles sont sorties. En recalcinant ces chaux, le prémier des cinq lots donne une chaux de la même teinte de blanc de la seconde chaux de l'Etain fin des Potiers. Les quatre autres lots sont devenus d'un gris de plus en plus foncé, & le cinquième entr'autres est resté tout-à-fait brun & fort grenu. Les 2 onces de cet Etain commun ont diminué de 15 grains, au-lieu que les précédens ont considérablement augmenté, ce qui doit y faire soupçonner du Bismuth mêlé avec les 18 ou 20 pour 100 de Plomb, parce que ce minéral étant volatil, il doit s'évaporer pendant la calcination.

Etain des Invalides.

J'ai calciné de même un autre Etain, dont l'alliage est inconnu aux Potiers d'Etain. Un d'entr'eux avoit entrepris la fourniture de la Vaisselle des Invalides; l'Etain qu'il présenta pour essai étoit assez beau, beaucoup plus dur que l'Etain commun, & par conséquent moins sujet à se bosseler. Mais cet ouvrier, attaqué par les Jurés de sa Communauté, pour avoir fait des alliages contre leurs Réglemens, fut condamné à la Police, ses Parties aiant donné des preuves suffisantes de sa prévarication. La prémière croute de chaux qui se forme sur cet Etain en fusion se gonfle & s'enflamme en quelques endroits comme le Zinc qu'on calcine; il s'en échappe des fumées blanches qui deviennent ensuite plombées, & ces parties de chaux en s'éteignant, restent plus ou moins jaunes selon le tems qu'elles ont demeuré enflammées. Le reste de

de la chaux demeure grisâtre & friable à peu-près comme des carreaux de terre mal cuite.

La seconde chaux est de couleur de terre d'ombre, & les autres sont de plus brunes en plus brunes, à compter de la 3.me à la 12me. Ces mêmes chaux recalcinées n'en ont point donné de blanche. Les prémières ont été jaunâtres, les autres de couleur de Tuthie, & la dernière totalement brune. Cet Etain a augmenté sur 2 onces de 2 gros 40 grains.

Il y a encore, comme je l'ai dit, deux sortes d'Etain qu'on nous apporte des Indes orientales, savoir le *Melac* ou Etain de Malaca & le *Brencas*. Ces Etains sortent du païs formés en petites masses quarrées, qu'on nomme *petits chapeaux*. Les ouvriers donnent la préférence au *Melac*, qu'ils regardent comme le plus doux, & en état par conséquent de porter plus d'alliage que le *Brencas*. Mais le profit que les ouvriers tirent du *Mélac* ne sert guere qu'à les dédommager du déchet de la fonte d'une grande quantité de ces petites masses, dont la plupart ne pesent pas tout-à-fait une livre quatre onces. Au-lieu qu'en fondant des saumons d'Angleterre, il y a beaucoup moins de perte, puisque les ouvriers ne comptent ordinairement que six deniers par livre pour le déchet de celui-ci.

On apporte aussi quelquefois en Europe de l'Etain de Siam en petits pains plats qu'on nomme *biscuit*. Les ouvriers n'en font point de cas: il est, disent-ils, quelquefois doux, quelquefois aigre & cassant, mais le plus

 souvent

souvent gras, difficile à planer, & d'un grand déchet à la fonte. C'est ce qui est cause qu'on n'en fait presque plus la traite.

Etain de Brencas.

J'ai fait la calcination du *Brencas* comme les précédentes. Les trois prémières chaux ne m'ont rien fait appercevoir de remarquable. Au quatrième feu, il s'est formé une végétation en plusieurs rameaux de la hauteur de 6 à 7 lignes ; ensuite cette végétation s'est allumée, & a donné une flamme aussi brillante que celle de l'Etain vierge. En s'éteignant, elle laisse une chaux assez blanche, à la réserve de quelques endroits qui restent teints par cette fumée noirâtre qui succède aux fumées blanches. Les autres chaux des feux suivans sont restées plus blanches sans taches rouges. Les dernières n'ont plus végété. En recalcinant ces chaux réunies en cinq lots comme les précédentes, elles sont toutes restées blanches, à la réserve du prémier lot, qui aiant d'abord quelques écailles rouges, est demeuré de couleur un peu incarnate. L'augmentation du poids de ces 2 onces a été de 3 gros 48 grains.

Etain de Melac.

Celui-ci n'a rien eu de singulier dans sa calcination : seulement les prémières fumées qui s'élevent de ses végétations allumées sont un peu plus bleuâtres que celles de l'article précédent, finissant comme elles par des fumées noires. La dernière chaux est de couleur un peu plus terreuse que la dernière de

l'Etain

l'Etain vierge. Ces 2 onces d'Etain ont augmenté de 3 gros 12 grains. C'est 36 grains moins que le *Brencas*; donc on peut soupçonner dans le *Melac* quelque alliage de matière volatile qui ne seroit pas dans le *Brencas*.

Etain d'anciens Saumons d'Angleterre.

Les prémières pellicules calcinées de cet Etain sont plus rouges que blanches. Au quatrième feu, il végete comme l'Etain de *Brencas*, s'allume de même, a des fumées semblables, & laisse une chaux assez blanche, parsemée cependant de petits points noirs que je n'ai point remarqués dans les chaux des autres Etains. Cette chaux recalcinée a été parfaitement semblable aux chaux du *Brencas* & du *Melac*: cet Etain augmente en poids de 3 gros 15 grains sur 2 onces.

En comparant toutes ces chaux, on voit que plus l'Etain est fin, plus elles sont blanches. Mais, comme je l'ai déja dit, la chaux de l'Etain vierge est la plus blanche de toutes. C'est donc une manière d'essayer les Etains qui peut être de quelque utilité, puisque leurs chaux ne prennent des teintes qui s'éloignent du blanc parfait qu'à proportion de l'alliage qui se calcinant avec le véritable Etain, le salit de la couleur que cet alliage prendroit s'il étoit calciné seul. Le Plomb doit fournir du jaune citronné; le Cuivre, la couleur du Bistre plus ou moins affoiblie, selon la quantité qu'on y en a mise; le Zinc qui se calcine sans s'élever en fleurs, reste d'une couleur tannée & terreuse, & commu-

niquera de cette couleur à proportion qu'il en sera resté plus ou moins dans le mélange; car si tout le Zinc est converti en fleurs, la chaux d'Etain restera blanche, comme on le verra dans un des exemples suivans. Le Bismuth qui contient une portion assez considérable de matière noire, contribuera aussi à ses changemens, qui peuvent cependant dépendre du mélange de deux ou trois de ces substances métalliques unies ensemble à l'Etain, ou dans le lieu de son origine, ou chez les ouvriers qui l'employent, & qui ne cherchent qu'à lui donner de la dureté & du brillant; en ce cas il sera plus difficile de prononcer avec quelque sureté sur ces mélanges composés.

Ce n'étoit pas assez d'avoir calciné des Etains dont les alliages m'étoient peu connus: on n'auroit eu aucune confiance à ce que je viens d'avancer sur les différences de leurs chaux, si je n'avois pas fait moi-même des alliages pour les calciner ensuite. Ainsi j'ai fondu ensemble 12 gros & demi d'Etain vierge avec 2 gros & demi de Plomb, ce qui fait un alliage de 20 pour 100. J'ai calciné une once de ce mélange. Les prémières croutes se sont formées assez dures pour se lever presque toutes entières de dessus le métal en fusion; elles étoient blanches & jaunâtres. Après avoir ôté quatre à cinq de ces croutes, il s'en élève quelques petites végétations qui ont un peu déflagré, & donné une fumée blanche; puis elles se sont rompues, & réduites en une poudre blanche & rougeâtre tirant sur le jaune doré, c'est un Plomb réduit en
massi-

massicot & mêlé avec la chaux d'Etain. Autour du creuset il y avoit un cercle rouge fort dur, qui est un *Minium* qui semble vouloir se vitrifier dans la partie la plus adhérente au creuset. Au second & au troisième feu, il ne s'est formé d'abord sur le métal qu'une seule croute, lorsqu'elle a été enlevée, la chaux qui a été reproduite à la surface du bain s'est peu-à-peu élevée en un monceau qui s'est allumé à diverses reprises, mais foiblement, puis il s'est réduit en une poudre légère un peu rougeâtre: il a donné aussi des vapeurs blanches. Au quatrième feu, la chaux s'est allumée sur le métal en flux comme des grains de Phosphore qu'on y auroit parsemés, puis elle s'est durcie en une croute continue: en la rangeant de côté, on voit des odulations circulantes comme sur le Plomb actuellement en bain dans une coupelle, ou dans un creuset plat à scorifier. Au cinquième feu, il y a eu des fumées noires, & ce qui s'est calciné est resté verdâtre. Au sixième feu, mêmes fumées noires & une chaux couleur d'olive. Il a fallu recalciner ces chaux, afin que l'expérience fût en tout semblable aux précédentes: & il a resté de cette seconde calcination partagée en trois portions égales, une prémière chaux d'un gris-cendré, une seconde chaux d'un gris plus clair, mais toutes deux plus blanches que celles qui viennent de l'alliage du Bismuth dont il sera parlé ci-après: enfin une troisième chaux couleur d'orpin, qui est la couleur d'un des deux massicots des Peintres, l'autre est d'un jaune-pâle de citron; & l'on sait que tous les deux sont préparés avec

le Plomb, ainsi cette chaux est un véritable massicot encore allié d'un peu d'Etain, comme je viens de le dire.

Je ferai observer ici que tant dans ces calcinations que dans les suivantes, c'est presque toujours l'Etain qui se calcine le prémier; que le métal ou le minéral qui lui a été uni pour alliage, ne se calcine qu'après, sur-tout s'il est moins volatil que l'Etain: que la prémière chaux étant presque toujours celle de l'Etain seul, elle est assez blanche, & que pour juger des alliages par la comparaison des chaux, il faut se servir des dernières chaux par préférence aux prémières.

Au reste ces deux métaux, l'Etain & le Plomb, qui calcinés séparément, auroient dû augmenter de poids considérablement, étant calcinés ensemble, n'ont augmenté que de 31 grains par once, ce qui est peu en comparaison de l'augmentation des chaux dont il a été parlé précédemment. Il n'y a point eu de différence dans la manière d'opérer, & même pour rendre l'observation plus certaine par rapport à cette singularité, l'opération a été répétée, & il n'y a eu aucune différence en plus.

Le Zinc substitué au Plomb, pour faire toujours l'alliage de l'Etain à 20 pour 100, a donné un métal fort blanc qui peut encore se planer un peu, & qui se plie & se replie deux ou trois fois sans se casser; mais il est très aisé à fondre, & aussi-tôt qu'il est en fonte un peu rouge, le Zinc le quitte & s'éleve en fleurs, blanches au haut du creuset, & grises dans la partie qui touche à l'Etain.

Les

Les prémières calcinations de l'Etain qui reste après que le Zinc s'est séparé, n'ont rien de plus particulier que celles des autres Etains fins dont il a été parlé. La quatrième & la cinquième ont pris seulement une couleur un peu cendrée.

Toutes ces chaux recalcinées en trois portions ou lots, sont restées aussi blanches que les chaux du *Mélac* & du *Brencas*. Le mêlange a augmenté de 64 grains par once.

J'ai dit ci-devant que le Zinc doit colorer la chaux d'Etain d'une teinte tannée & terreuse s'il se calcine sans déflagrer. Or il se calcine ainsi s'il entre dans l'alliage en petite quantité, parce que l'Etain fera alors le même effet sur le Zinc qu'un couvercle exactement luté au creuset dans lequel on calcineroit ce minéral, en empêchant le contact de l'air extérieur; car tant que ce minéral en fusion n'a point de communication avec l'air, il ne peut fulminer, & on le trouve réduit presque tout entier dans le creuset en une matière peu différente, quant à la couleur, de la terre d'ombre des Peintres. Cette observation sera plus étendue dans le troisième Mémoire que Mr. Hellot doit donner sur le Zinc.

J'ai fait un alliage d'Etain vierge avec quatre pour cent de Cuivre de Rosette, ce qui fait un métal un peu sec, mais assez blanc dans sa coupe. Une once de ce mêlange, traité comme les précédens, a donné des végétations en chouffleurs, élevées de 5 à 6 lignes, en partie blanches, en partie teintes de noir par la fumée qui s'en élevoit:

elles se sont allumées d'espace en espace comme celles dont il a été parlé précédemment; & les chaux aiant été calcinées une seconde fois en trois lots, le prémier s'est trouvé d'un gris cendré: c'est une chaux blanche qui reste teinte malgré la seconde calcination de cette trace noire qu'avoit laissé sur la végétation précédente la fumée qui s'élevoit du métal en bain. Le second lot étoit d'un jaune verdâtre. Enfin le dernier avoit une couleur brune tirant sur le rouge, parce que c'est dans cette dernière chaux que reste la plus grande partie du Cuivre calciné en *Æs ustum*. Ce mêlange augmente à la calcination d'un gros 46 grains par once.

Le Bismuth allié à l'Etain vierge au poids de 20 pour cent, donne un métal si aigre, qu'il casse pour peu qu'on veuille le plier. Lorsqu'on le calcine, il donne des croutes fort dures, d'un blanc jaunâtre, qui s'enlèvent sans se rompre. Il y a eu peu de végétations dans les quatre prémiers feux, mais au cinquième la croute ou pellicule s'est élevée en champignon, & sous ce champignon dérangé j'ai vu de petites fulgurations dans le bain. La chaux de ce cinquième feu étoit rougeâtre; les précédentes d'un blanc jaunâtre sale. Ces chaux recalcinées en trois lots, le prémier est resté d'un jaune tirant sur le couleur de paille affoibli; le second un peu plus jaune, & le troisième de la couleur du Tripoli de Venise. Ces jaunes sont aisés à distinguer du jaune que donne le Plomb: ce dernier est citronné, les autres sont terreux. La chaux d'Etain, qu'on achete actuellement

chez

chez les potiers d'Etain, & qui sert, comme on sait, à polir différens ouvrages, est à peu-près de cette couleur. Une once de ce mélange de Bismuth & d'Etain augmente d'un gros 52 grains dans la calcination.

Vingt pour cent de Régule d'Antimoine fondu avec l'Etain vierge, donne un métal assez blanc, mais aigre, & presque aussi cassant que le précédent. En le calcinant, il s'en élève beaucoup de vapeurs blanches. Les prémières chaux sont d'un gris de cendre clair; il ne se fait point de végétation, & il y a peu de parties qui s'allument: la dernière chaux est comme de l'ardoise pilée. Cette couleur ardoisée s'observe aussi dans la calcination de l'Antihectique de Poterius, lorsqu'on ne l'a pas calciné avec une quantité suffisante de Nitre pour enlever tout le Soufre du Régule d'Antimoine, & en faire un diaphorétique parfait, ou lorsque le feu n'a pas été assez vif pendant la fonte des matières.

Ces chaux d'Antimoine & d'Etain calcinées une seconde fois, fument encore, & blanchissent un peu, parce que pendant la seconde calcination il s'évapore encore du Régule qui fait la teinte ardoisée. Ce mélange augmente d'un gros & 6 grains par once pendant la calcination.

Il n'est pas surprenant que des alliages à 20 pour 100, donnent des chaux si sensiblement colorées, mais il le sera qu'une chaux d'Etain vierge, dans laquelle je ne mets qu'un pour cent de Plomb, soit, sur-tout la dernière, teinte d'une couleur de gris de perle cendré, qui la distingue d'une semblable

par divers Auteurs, qui y ſont rapportées, il s'y trouve des différences très conſidérables, ce qu'on attribue avec raiſon à ce qu'on n'avoit pas employé juſqu'alors des eſpaces aſſez grands pour déterminer la viteſſe du Son avec la préciſion réquiſe.

Suivant les obſervations faites par l'Académie des Sciences, & rapportées par Mr. du Hamel, on a trouvé que le Son employe une ſeconde à parcourir 180 toiſes ou 1080 pieds de Roi. Cet eſpace, quoique plus petit que la plupart de ceux que l'on avoit ſuppoſés auparavant, ſe trouvoit encore plus grand que celui qu'on avoit obſervé en Italie & en Angleterre, ainſi il étoit néceſſaire de s'aſſurer de ſa quantité avec toute la préciſion poſſible.

C'eſt ce que l'Académie a jugé à propos de faire exécuter, & dont elle nous a fait l'honneur de nous charger avec Mr. Maraldi, l'Abbé de la Caille, & diverſes autres perſonnes exercées aux obſervations.

Pour le faire avec le plus d'exactitude qu'il ſeroit poſſible, il convenoit d'employer des diſtances beaucoup plus grandes que celles dont on s'étoit ſervi juſqu'à préſent, afin que les erreurs que l'on peut commettre dans la meſure du Tems, étant diſtribuées dans un plus grand intervalle, n'en puſſent produire qu'une très petite dans la meſure de la viteſſe du Son.

Nous choiſimes pour cet effet l'Obſervatoire, Montmartre, la Tour de Mont-lehery, Dammartin, & divers autres lieux viſibles les uns des autres, dont les diſtances étoient

étoient pour la plupart connues exactement par les obſervations qui y ont été faites ci-devant pour déterminer la Méridienne & le Parallèle de Paris.

Nos prémiers eſſais furent à l'Obſervatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roſes, où nous fimes tirer pendant la nuit pluſieurs Boîtes ſucceſſivement. Mais comme la direction du vent, qui étoit favorable dans un ſens, ſe trouvoit contraire dans un autre, ce qui faiſoit que l'on ne pouvoit pas entendre réciproquement de ces divers endroits le bruit de ces Boites, nous jugeames qu'il falloit y employer les plus gros Canons que nous pourrions trouver, & nous eumes recours à Mr. le Prévôt des Marchands, qui voulut bien nous prêter tous ceux de la Ville dont nous aurions beſoin.

Le plus gros étoit de 12 livres de balle, & nous le fimes conduire à Montmartre près de la Piramide que l'on y a dreſſée par ordre du Roi ſur le Méridien de l'Obſervatoire.

Le ſecond étoit de 8 livres de balle, & on l'envoya au pied de la Tour de Mont-lehery, d'où l'on découvre, de même que de Montmartre, un grand nombre d'objets à une très grande diſtance.

Voici la règle & l'ordre que nous nous preſcrivimes pour faire ces expériences, & il ne ſera peut être pas inutile de les rapporter ici, afin que l'on puiſſe juger de l'exactitude que l'on en pouvoit attendre.

On avoit placé le prémier jour à Montlehery, à Montmartre, au Moulin de Fontenay

tenay & à l'Obſervatoire, deux Obſervateurs à chacun de ces endroits avec des Pendules & des Montres à ſecondes, afin de marquer le moment que l'on verroit la lumière du Canon, & compter l'intervalle du tems écoulé entre cette lumière & le Son qui devoit ſuccèder; car dans de pareilles diſtances l'on doit compter pour rien le tems de la propagation de la lumière, ayant calculé qu'elle n'employeroit qu'environ 2 ſecondes pour venir de la Lune à la Terre.

A 9^h 25' on devoit tirer à l'Obſervatoire une Boite chargée d'une livre de poudre pour ſervir de ſignal, qui devoit être ſuivi de deux coups de Canon tirés à Montmartre, l'un à 9^h 30', & l'autre à 9^h 50'.

On devoit enſuite tirer deux autres coups de Canon à Mont-lehery, le prémier à 10^h 0', & le ſecond à 10^h 20'.

Chacun de ces Obſervateurs comptoit ſéparément les vibrations de la Pendule que l'on avoit placée dans l'endroit même d'où l'on voyoit le feu du Canon, à la réſerve de Mont-lehery, où je fus obligé de la mettre dans la Tour, où je faiſois compter les vibrations pour les entendre du lieu où j'obſervois, qui en étoit éloigné de 4 à 5 toiſes.

Dès la prémière obſervation, qui fut faite le 13 Mars, cela s'exécuta ponctuellement, le vent étoit Nord & aſſez grand, les deux coup de Canon tirés à Montmartre, furent entendus de Mont-lehery, le prémièr 1' 22"½ & le ſecond 1' 23" après la lumière.

On

On les entendit de l'Obſervatoire 16″ après le feu. La Boîte tirée à l'Obſervatoire, fut entendue à Fontenay 18″ ½ après la lumière, & les deux coups de Canon tirés à Montmartre 32″ ¼ après le feu.

A l'égard du Canon qu'on tira enſuite à Mont-lehery, on en vit le feu très-diſtinctement, mais on n'en put pas entendre le bruit d'aucun des trois autres endroits, à cauſe du vent qui étoit contraire à la direction du Son.

On eut dans cette obſervation, par le moyen du Son, les dimenſions d'un Triangle qui ſe termine à l'Obſervatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roſes, & dont les côtés ſe ſont trouvés dans le rapport de 16″, 18″ ½ & 32″ ¼ à très-peu près conformes aux diſtances que nous avions déterminées entre ces lieux par des opérations Trigonométriques, celle du Moulin de Fontenay à l'Obſervatoire étant de 3268 toiſes, de l'Obſervatoire à la Piramide de Montmartre, de 2931 toiſes, & de Montmartre à Fontenay aux-Roſes, de 5788 toiſes.

Comme le Moulin de Fontenay aux Roſes étoit éloigné de pluſieurs dégrés de la direction de Montmartre à Mont-lehery, & qu'il étoit à ſouhaiter de pouvoir faire des obſervations dans des lieux intermédiaires, qui fuſſent en même tems dans la direction des deux endroits où étoient placés les Canons, afin de juger ſi la ſomme du tems que le Son employe à parvenir à chacun de ces lieux, eſt égale au tems qu'il employe à parvenir d'une extrémité à l'autre, nous envoyames le len-

demain

demain en chercher quelqu'un qui fût dans la situation réquise ; & sur le rapport qui nous fut fait que l'on appercevoit du Château de Lay, Montmartre, l'Observatoire & Mont-lehery, que ce lieu étoit à peu-près sur la Méridienne de Paris, & très commode pour y observer à l'abri des injures du tems, deux Observateurs s'y rendirent le soir avec une Pendule & une Montre à demi-secondes.

Le vent étoit au coucher du Soleil Ouest-nord-est très foible, dans une direction perpendiculaire à celle de Mont-lehery à Montmartre, il devint ensuite presque entièrement calme, & il survint une pluye qui dura presque toute la nuit, ce qui nous fit craindre non seulement de ne pas entendre le bruit du Canon de Mont-lehery, mais même de ne pouvoir pas en distinguer la lumière.

A 9^h 25', on tira comme le jour précédent à l'Observatoire la Boîte qui devoit servir de signal, qui fit un bruit sans comparaison plus grand que le jour précédent, & qui rétentit dans l'air l'espace de plusieurs secondes, quoiqu'elle ne fût chargée que de la même quantité de poudre. Cette Boîte fut entendue à Montmartre 17" & à Lay 20" après qu'on eut vu le feu. A Mont-lehery on compta 1' 8" ½ entre la lumière & le bruit qui rétentit dans toute la vallée, & fit un murmure dans l'air qui dura quelques secondes.

A 9^h 30' le prémier coup de Canon tiré à Montmartre fut entendu à l'Observatoire 16", à Lay 36" & à Mont-lehery 1' 25" a-

près

près le feu, plus tard de 2" ¾ que le jour précédent où le vent étoit favorable à la direction du Son.

Le second coup de Canon fut entendu à l'Observatoire 16" ½ & à Lay 36" après la lumière. La grande foule de peuple qui étoit accourue à Mont-lehery, empêcha d'en faire l'observation exactement.

A 10h 0' le prémier coup de Canon tiré de Mont-lehery fut entendu à Lay 48" & à l'Observatoire 1' 7" ½ après la lumière, mais on ne put en entendre le bruit à Montmartre, non plus que du second coup de Canon qui fut entendu à Lay 48" & à l'Observatoire un peu moins de 1' 8" après la lumière.

Le feu du Canon parut nonobstant la pluye qui continuoit toujours, d'une vivacité extraordinaire, beaucoup plus grand que le jour précédent, ce que nous jugeames provenir de ce que la nuit étoit extrêmement sombre.

Suivant ces observations, on trouve que depuis Mont-lehery jusqu'à Lay, l'intervalle du tems entre le Son & la lumière a été de 48", depuis Lay jusqu'à l'Observatoire de 20", & depuis l'Observatoire jusqu'à Montmartre de 16" ½, l'une portant l'autre. Les joignant ensemble, ou aura 1' 24" ½, dont il faut retrancher environ une demi-seconde, à cause que ces quatre lieux ne sont pas exactement dans la même direction, & l'on aura le tems que le Son a employé à parcourir toute cette distance de 1' 24", plus petit seulement d'une seconde que celui que l'on a observé immédiatement d'une extrémité à l'autre, ce qui

qui pourroit faire juger que le Son rallentit sa vitesse à mesure qu'il s'éloigne du lieu qui la produit, si l'on pouvoit s'assurer de pouvoir arriver à la précision d'une seconde sur quatre observations.

Cette observation est encore remarquable, en ce qu'on entendit dans la même nuit de l'Observatoire & de Mont-lehery réciproquement le bruit qui avoit été produit dans ces deux endroits, ce qui n'avoit pas encore été exécuté, & qui étoit cependant nécessaire pour s'assurer de la quantité exacte de la vitesse du Son, parce que les mêmes causes qui peuvent l'accélérer ou la retarder, agissant en sens contraire dans les deux directions différentes, le milieu entre les deux observations doit donner la mesure exacte de la vitesse du Son, qui a été de 1' 8" dans l'espace de 11756 toises, ce qui est à raison de 173 toises par seconde.

Le surlendemain 16 Mars, le vent étoit médiocre, Oüest-nord-ouest, dans une direction perpendiculaire à celle de Montmartre à Mont-lehery, & le Ciel étoit sérein.

A 9h 25' on tira à l'Observatoire la Boite, qui ne fit pas à beaucoup près autant de bruit que le jour précédent, elle fut entendue à Montmartre 16" ½, à Lay 20" & à Mont-lehery 1' 8" ½ après la lumière.

Les coups de Canon que l'on tira ensuite de Montmartre furent entendus tous les deux, à l'Observatoire 16" ½, à Lay 36 ½ & à Mont-lehery 1' 24" ½ après la lumière.

A 10h le prémier coup de Canon tiré de Mont-

Mont-lehery, fut entendu à Lay 49" & à l'Observatoire 1' 8" après la lumière.

Le second coup de Canon fut entendu à Lay 48" ½ après le feu, mais on ne put l'entendre ni à l'Observatoire ni à Montmartre, ce que nous jugeames provenir d'un murmure qu'on entendit alors dans Paris, causé principalement par le vent qui se réfléchissoit contre les édifices de cette Ville, ce qui étoit confirmé par l'observation précédente, où il regnoit un grand calme après que le vent eut cessé.

En ajoutant, comme l'on a fait dans l'observation du 14 Mars, le tems que le Son a employé à parcourir les espaces entre Montmartre, l'Observatoire, Lay & Mont-lehery, on a pour la somme totale 1' 25" ¼, dont retranchant une demi-seconde, parce que ces lieux ne sont pas précisément dans la même direction, on aura le tems que le Son a employé à parcourir ces espaces intermédiaires de 1' 24" ¾, plus grand d'un quart de seconde seulement que celui qui a été observé immédiatement entre Montmartre & Mont-lehery, au-lieu qu'on l'avoit trouvé dans l'observation précédente plus petit d'une seconde; d'où il suit que la propagation du Son se fait dans un tems à très peu près proportionnel aux différentes distances qu'il parcourt, ce qui étoit une des propriétés de cette propagation des plus nécessaires à éclaircir.

On eut en même tems occasion de confirmer l'expérience de la vitesse du Son, observée dans une même nuit réciproquement

à

à l'Obſervatoire & à Mont-lehery, qui fut trouvée de 1' 8" ¼ dans cet intervalle, qui eſt de 11756 toiſes, à un quart de ſeconde près de celle qui réſultoit de l'obſervation précédente.

Partageant 11756 toiſes par ce nombre, on aura la viteſſe du Son de 172 toiſes 1 pied ½ en une ſeconde. Partageant de même la diſtance de Mont-lehery à Montmartre, qui eſt de 14636 par 1' 24" ½, tems que le Son a employé à parcourir cet intervalle, on aura la viteſſe du Son dans une ſeconde, de 173 toiſes, à 4 pieds près de celle qui réſulte de l'obſervation faite entre Mont-lehery & l'Obſervatoire.

Il eſt à remarquer que le ſon employant, ſuivant nos obſervations, 1' 25" ou 170 demi-ſecondes à parvenir de Montmartre à Mont-lehery, cette quantité diffère peu du nombre de toiſes qu'il parcourt en une ſeconde, & qu'ainſi une demi-ſeconde d'erreur dans l'obſervation, ne produit qu'une toiſe de différence ſur la meſure de la viteſſe du Son. D'où il ſuit que puiſque toutes les obſervations que nous avons faites dans un tems calme, ou lorſque le vent étoit dans une direction tranſverſale, ne s'éloignent entr'elles tout au plus que d'une demi-ſeconde, on peut s'aſſurer d'avoir la meſure de la viteſſe du Son à une toiſe près.

Prenant donc un milieu entre le réſultat de toutes les obſervations que nous venons de rapporter, on aura la viteſſe du ſon de 173 toiſes ou 1038 pieds de Roi par ſeconde, lorſque le tems eſt calme, ou lorſque le vent eſt

est dans une direction transversale à l'égard de celle du lieu où le Son est produit, à celui d'où on l'entend.

Suivant les observations faites en Angleterre par Mr. Derham, la vitesse du Son a été déterminée de 1142 pieds Anglois dans une seconde, conforme à celle qui avoit été déterminée par Mrs. Flamsteed & Halley, & que Mr. Newton a déduite de ses Principes dans sa seconde Edition, en y faisant les Equations qu'il a jugé convenables depuis sa prémière Edition, où il ne l'avoit supposée que de 968 pieds.

Réduisant cette mesure à la nôtre, suivant la proportion du pied de Roi à celui de Londres qui avoit été supposé par Mr. Picard, comme 144 à 135, mais qui par les dernières mesures prises avec un très grand soin, qui nous ont été communiquées par la Société Royale de Londres, est plus précisément comme 864 à 811, on aura la vitesse du Son observée en Angleterre de 1072 pieds en une seconde, qui, quoique la plus petite de toutes celles qui avoient été déterminées jusqu'à présent, se trouve encore plus grande de 34 pieds que celle qui résulte de nos observations, qui ont non seulement l'avantage d'avoir été faites dans de plus grandes distances, mais même d'avoir été executées réciproquement d'un lieu à un autre dans un même jour, ce que l'on n'avoit pas encore essayé jusqu'à présent.

Cette différence de 34 pieds entre nos observations & celles d'Angleterre, en auroit produit une de près de 3 secondes sur tout l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre,

 ce

ce que l'on ne peut point attribuer au défaut des observations, puisqu'il ne s'y est jamais trouvé une différence de plus d'une demi seconde.

A l'égard de la vitesse du Son suivant les différentes directions du vent, il paroit par les observations que nous venons de rapporter, qu'elle est plus grande lorsque le vent est dans la direction du lieu où le Son est produit, que lorsqu'il est dans une direction transversale, ou que le tems est calme; puisque dans l'observation du 13 Mars, le vent étant Nord, le bruit du Canon de Montmartre a été entendu environ 2" plutôt que dans les observations suivantes des 14 & 16 du même mois, ce qui est conforme aux expériences de Mr. Derham, & qu'il étoit d'autant plus nécessaire de vérifier, que par les observations faites en France, on n'avoit trouvé aucune différence dans la vitesse du Son, dans quelque direction que fût le vent.

Pour s'en éclaircir plus parfaitement, il falloit attendre que le vent fût dans la direction opposée à celle où il étoit le 13 Mars, ce qui nous fit différer nos observations jusqu'au 19 du même mois que le vent s'étant tourné vers le Sud, nous envoyames faire tirer le Canon de Mont-lehery.

On commença par le signal ordinaire, qui fut de tirer à 9h 25' à l'Observatoire la Boite, qui fut entendue à Montmartre 16" après qu'on eut apperçu le feu, mais dont l'on ne vit que la lumière à Lay & à Mont-lehery.

A 9h 30' & à 9h 50' on tira le Canon à Montmartre, dont on vit le feu, mais dont

le

le bruit ne fut pas entendu à Mont-lehery, à Lay, ni même à l'Observatoire, quoique la distance ne soit que de 2931 toises, à cause du vent de Sud qui étoit fort grand, & dans une direction contraire à celle du lieu où étoit produit le Son.

A l'égard des deux coups de Canon tirés à Mont-lehery, ils furent entendus très distinctment dans ces trois endroits, on compta à Lay 46" ½, à l'Observatoire 1' 4" ¾ & à Montmartre 1' 20" ½ entre la lumière & le bruit; on avoit trouvé le 14 & le 15, par un tems calme & un vent transversal, entre la lumière & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, à Lay 48" ½, à l'Observatoire 1' 8", & on avoit entendu à Mont-lehery le Canon de Montmartre 1' 24" ½ après la lumière. Ainsi il est évident par cette observation, où il se trouve une différence de 4" dans la progression du Son sur l'intervalle entre Montmartre & Mont-lehery, que les différentes directions du vent changent considérablement la vitesse du Son.

A 10h le Thermomètre étoit à 6° au dessus de la congélation de l'eau, & la hauteur du Baromètre étoit de 27 pouces.

On continua les mêmes expériences le lendemain par un vent moins fort, mais dans la même direction que le jour précédent.

La Boite de l'Observatoire fut entendue à Montmartre 16" ½ après la lumière, & on y compta entre le bruit & le feu des Canons tirés à Mont-lehery la prémière fois 1' 21", & la seconde fois 1' 21" ½.

A l'Obſervatoire les deux coups de Canon tirés de Montmartre, furent entendus 17" $\frac{1}{2}$ après la lumière, & on compta 1' 6" entre le feu & les coups de Canon tirés de Mont-le-hery dont le bruit étoit plus fort que celui qui venoit de Montmartre, qui eſt à une diſtance quatre fois plus petite.

A Lay on n'entendit ni la Boite ni les Canons d'aucun de ces endroits, à cauſe du bruit cauſé par un vent impétueux qu'il y faiſoit alors, quoiqu'il fût très médiocre à l'Obſervatoire, ce qui fait voir que pour s'aſſurer de la meſure exacte du Son, il faut choiſir un tems calme, & qui le ſoit dans toute l'étendue de terrein par où le Son ſe tranſmet, comme il nous a réuſſi de le faire dans l'obſervation du 14 Mars, ou, ce qui revient au même, entendre le Son réciproquement de l'un à l'autre dans le même tems, & prendre le milieu entre les deux déterminations, parce qu'alors la même cauſe qui l'accélère dans un ſens, doit le retarder en ſens contraire.

On voit par cette dernière expérience que le Son s'étoit tranſmis avec plus de viteſſe que lorſque l'air étoit calme, mais que cependant il avoit été plus lent que le jour précédent, comme il devoit arriver, parce que le vent, quoique dans la même direction, étoit moins fort dans la plupart des endroits où l'on avoit fait cette obſervation. On voit auſſi une différence entre la viteſſe réciproque du Son d'une ſeconde toute entière dans la diſtance de l'Obſervatoire à Montmartre, le vent qui étoit favorable dans un des ſens, ſe trouvant contraire dans l'autre.

Cette

Cette expérience, jointe à toutes les précédentes, est une preuve que les différentes directions du vent contribuent à accélérer ou à retarder la vitesse du Son, dont on peut donner aisément la raison, soit que la propagation du Son se fasse par le ressort de l'air, soit par la communication d'une matière propre à le transmettre, pourvu que l'air en soit le véhicule.

Car si l'on suppose, par exemple, un ressort, qui dans le tems qu'il se débande, est poussé par quelque force suivant la même direction, il est certain qu'après s'être débandé, l'extrémité de ce ressort se trouvera plus éloignée de l'endroit qu'elle occupoit lorsqu'il étoit comprimé, de toute la quantité de l'extension de ce ressort plus celle du mouvement qu'on lui a imprimé.

Il en est de même si l'air n'est que le véhicule de la matière qui est destinée à transmettre le Son, que l'on peut considérer comme un corps ou une Boule que l'on fait mouvoir dans un Bateau qui suit le cours de la Rivière, & qui en choque successivement plusieurs autres dans la même direction, la dernière de ces Boules se trouvera plus éloignée du lieu où le Bateau est parti, qu'elle ne l'auroit été si le Bateau avoit été en repos de toute la quantité dont il s'est avancé, lorsque le mouvement imprimé à la Boule est suivant la direction du cours de l'eau; & elle s'en trouvera au contraire plus près de la même quantité, lorsque la direction du mouvement de la Boule est en sens contraire.

Toutes les observations que nous avions

faites jusqu'alors, avoient été exécutées pendant la nuit, qui est le tems le plus propre pour ces sortes d'expériences, non seulement parce qu'on y apperçoit distinctement la lumière du Canon ou des autres Armes à feu, mais parce qu'on en entend plus facilement le bruit; & il y avoit bien de l'apparence que la vitesse du Son y seroit la même que pendant le jour. Cependant pour ne laisser rien à desirer, on fit tirer le 21 Mars, le vent étant très foible vers le Nord, le Canon de Mont-lehery à 6h après-midi, un peu avant le coucher du Soleil; il avoit plu pendant presque toute la journée, & le Ciel étoit couvert, de sorte qu'on ne pouvoit distinguer de l'Observatoire la Tour de Mont-lehery, à laquelle on ne laissa pas de pointer une Lunette, parce qu'on savoit sa position à l'égard des objets qui sont aux environs de Paris.

A 6h 0' on vit paroître par la Lunette la lumière du Canon tiré de Mont-lehery, de la grandeur de Jupiter vu par cette Lunette, & on entendit le coup 1' 8" après l'éclair. Cette lumière ne put pas être apperçue à la vue simple, mais à 6h 30', l'air étant calme, on distingua, quoique foiblement, sans le secours de la Lunette, celle du second coup de Canon, & on compta 1' 8" & un peu plus entre le bruit & la lumière, de même que celle que l'on avoit déterminée par l'observation du 14 Mars, faite dans un tems semblable.

Nous avions remarqué par nos expériences, qu'il y a des lieux beaucoup plus propres

pres pour entendre le Son que d'autres, quoiqu'à une même distance, ce qui paroissoit provenir de la disposition du terrein par où le Son se communique, & il étoit nécessaire de s'assurer si cette disposition ne pouvoit pas contribuer à accélérer ou retarder sa vitesse. Dans l'étendue de Montmartre à Mont-lehery il y a toute la Ville de Paris à traverser, avec la Rivière de Seine & un grand nombre de Côteaux, au lieu que de Montmartre à Dammartin il n'y a qu'une vaste plaine sans d'autres hauteurs considérables que celles de ces objets qui sont aux deux extrémités; c'est ce qui me détermina d'y aller passer quelques jours pour y faire des observations, d'autant plus que sa distance à Montmartre, qui est de 16079 toises, excède celles que l'on avoit choisies jusqu'alors.

On ne changea presque rien à l'ordre qu'on s'étoit prescrit auparavant. On dirigea vers Dammartin la bouche du Canon de Montmartre, qui avoit été tournée auparavant vers Mont-lehery: on fit tirer une Boite à Montmartre pour servir de signal, & au-lieu de deux coups de Canon que l'on y avoit tirés, de même qu'à Mont-lehery, on en fit tirer trois à chacun de ces endroits. Nous ne manquions point de munitions, Mr. d'Angervilliers, Ministre & Secretaire d'Etat de la Guerre, aiant bien voulu contribuer au succès de nos expériences, en donnant les ordres nécessaires pour que l'on nous fournît toute la Poudre dont nous aurions besoin.

Le 24 Mars le vent étoit Nord, assez grand, à peu-près de la même force que le 19, mais

en ſens contraire, ce qui nous fit juger que l'on n'entendroit point de l'Obſervatoire le Canon de Mont-lehery, cependant on entendit deux coups très diſtinctement, le prémier 1′ 10″ ½ & le ſecond 1′ 11″ après la lumière. Cette obſervation eſt d'autant plus ſingulière, que le vent étoit directement contraire à l'endroit d'où venoit le Son, & étoit auſſi grand que celui du 19 Mars, qui avoit empêché d'entendre de l'Obſervatoire le Canon tiré à Montmartre, quoique la diſtance ne fût que le quart de celle de Mont-lehery; mais ce qu'il y eut encore de plus remarquable, eſt que dans la même nuit le Canon tiré de Montmartre ne fut pas entendu à Mont-lehery, quoique le vent fût préciſément dans cette direction. On avoit fait une obſervation ſemblable le 20 Mars à Lay, ce qui nous fit juger que cela provenoit du bruit cauſé par le vent, quoique favorable, qui empêchoit d'entendre celui du Canon.

En comparant cette obſervation avec celle du 19 Mars, où l'on avoit compté 1′ & près de 5″ entre le bruit & la lumière par un vent d'un ſens contraire, on trouve que la viteſſe du Son a été retardée par l'effet du vent, de la quantité de 6 ſecondes, qui eſt environ la douzième partie de la viteſſe totale.

Prenant un milieu entre ces différentes viteſſes, on aura celle du Son, dans l'intervalle entre l'Obſervatoire & Mont-lehery, de 1′ 7″ ¼, à un quart de ſeconde près de celle que l'on a déterminée dans un tems tranquille.

A l'égard de Dammartin, pendant les quatre

tre jours que j'y restai pour entendre le Canon tiré à Montmartre & à Mont-lehery, le vent qui étoit presque toujours Nord, tirant vers le Nord-ouest, & par conséquent dans une direction peu favorable, ne me permit que d'entendre celui qui fut tiré à Montmartre le 25 Mars, le vent étant au Nord, tirant vers l'Est plus foible que le jour précédent, mais dans une direction presque contraire à celle de Dammartin à Montmartre, & différente de celle de l'Observatoire, où il étoit Nord-ouest.

Un tourbillon de vent empêcha d'entendre le bruit du prémier coup de Canon, mais on entendit distinctement les deux autres, le prémier 1′ 34″ & le second 1′ 34″ & un peu plus après la lumière.

A Mont-lehery les mêmes coups de Canon furent entendus 1′ 23″ après la lumière; on y entendit aussi dans le même intervalle de tems le bruit de la Boite tirée à Montmartre, quoiqu'elle ne fût chargée que d'une demi-livre de poudre.

Suivant ces observations, la vitesse du Son dans l'intervalle entre la Piramide de Montmartre & le Clocher de Dammartin, qui est de 16079 toises, ne seroit que de 170 toises par seconde, au lieu qu'elle a été dans le même tems de 176 toises ½ dans l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre, ce qui vient de la direction du vent qui étoit plus favorable dans un sens que dans l'autre.

Prenant un milieu entre ces deux déterminations, l'on aura la vitesse moyenne du Son de 173 toises ¼, à peu-près de même qu'on l'a-

l'avoit trouvée par un tems calme.

Dans ces obſervations on a eu ſoin de marquer la hauteur du Thermomètre & du Baromètre ; celle du Thermomètre a toujours été entre le 4 & le 6me dégré au deſſus de la congélation.

A l'égard du Baromètre, ſa plus grande variation a été obſervée de 8 lign. $\frac{1}{4}$, le Mercure étant le 16 Mars à la hauteur de 27 pouc. 11 lign. & le 21 du même mois à celle de 27 pouc. 2 lign. $\frac{1}{4}$; & cependant dans ces deux obſervations faites, la prémière lorsque le vent étoit dans une direction transverſale, & la ſeconde par un tems calme, la viteſſe du Son a été trouvée de la même quantité.

De toutes ces obſervations il réſulte, 1°. Que la viteſſe du Son, par un tems calme, eſt de 173 toiſes par ſecondes, & qu'elle eſt à peu-près de la même quantité lorſque le vent eſt dans une direction perpendiculaire à celle de l'endroit où eſt produit le Son & de celui où on l'entend.

2°. Que le Son plus ou moins fort, ſe tranſmet avec le même dégré de viteſſe, puisqu'on a entendu de Mont-lehery le bruit d'une Boite, chargée ſeulement d'une demi-livre de poudre, tirée à Montmartre, dans le même tems après la lumière, que les coups de Canon qui furent tirés ſucceſſivement, & dont la charge étoit de près de ſix livres.

3°. Que la viteſſe du Son eſt la même dans un tems ſérein que dans un tems pluvieux.

4°. Qu'elle

4° Qu'elle est aussi de même le jour que la nuit.

5°. Que la vitesse du Son est égale dans les petits intervalles comme dans les grands sans se ralentir, puisqu'en ajoutant ensemble le nombre de secondes que le Son a employé à parvenir de Montmartre à l'Observatoire, de l'Observatoire à Lay, de Lay à Mont-le-hery; & déduisant ce qui convient pour les détours, leur somme est à peu-près égale au tems qu'il a employé immédiatement de Montmartre à Mont-lehery.

6° Que la vitesse du Son est de la même quantité, soit que le Canon soit dirigé vers l'endroit où on l'entend, soit que ce soit en sens contraire, puisque l'ayant tourné vers le Nord, on l'a entendu tant de l'Observatoire que de Mont-lehery dans le même intervalle de tems après la lumière que lorsqu'il étoit dirigé vers le Midi. Il en est de même dans les différentes inclinaisons, puisque le bruit des Boites, dont la direction est perpendiculaire à l'horison, s'est transmis dans le même intervalle de tems que celui des Canons.

7°. Que la différente direction du vent contribue à accélérer ou retarder la vitesse du Son d'une quantité que nous avons jugée être à peu-près la même que celle du vent qu'il faisoit alors; d'où il résulte que la vitesse du Son est de 173 toís. plus ou moins celle du vent, selon qu'il est dans une direction favorable ou contraire: on pourra par ce moyen, connoissant la vitesse & la direction du vent, calculer celle du Son dans tous les tems; & réciproquement.

8°. Que

8°. Que la différente diſpoſition du terrein par où le Son ſe tranſmet, ne contribue pas à augmenter ou diminuer ſenſiblement ſa viteſſe ; d'où il ſuit qu'il ſe communique en ligne droite ſans ſuivre les détours, comme quelques-uns l'avoient penſé.

En dernier lieu, que la différente peſanteur de l'air ne produit aucune différence ſenſible dans la viteſſe du Son, puiſque le 21 Mars, le Baromètre étant à la hauteur de 27 pouces 2 lign. ½ pendant un tems calme, l'intervalle entre la lumière & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, fut trouvé à l'Obſervatoire de la même quantité que le 16 du même mois, que le Baromètre étoit à ſa hauteur de 27 pouces 11 lignes par un vent tranſverſal, qui, comme nous l'avons remarqué, n'augmente pas la viteſſe du Son.

Voila à peu près à quoi ſe réduiſent les expériences que l'on pouvoit faire ſur la propagation du Son, qui ſemblent ne laiſſer rien à deſirer, ſi ce n'eſt peut-être qu'on les execute en différentes ſaiſons & ſous divers climats, ce que nous nous propoſons de faire dans le Voyage que nous allons entreprendre par ordre du Roi dans la partie méridionale de la France.

La viteſſe du Son étant une fois connue, on peut la regarder comme une meſure temporaire de l'intervalle entre des lieux éloignés dont on aura la diſtance, en meſurant le tems entre la lumière & le bruit. Nous avons commencé nos expériences par les trois points d'un Triangle, dont nous connoiſſions les dimenſions qui ſe ſont trouvées propor-

tion-

tionnelles aux intervalles obſervés entre la lumière & le Son : nous avons eu par le même moyen les diſtances de Laÿ à l'Obſervatoire, à Montmartre & à Mont-lehery, que nous avons déterminées depuis par des opérations Trigonométriques, & que nous avons trouvées à peu-près conformes à celles que nous avions déterminées par le Son.

Nous ne prétendons pas cependant que l'on puiſſe connoître par ce moyen les diſtances entre divers lieux avec la même préciſion que par des opérations Trigonométriques faites avec de grands inſtrumens, & rectifiées par des Baſes actuelles, puiſqu'une demi-ſeconde de tems, qui eſt toute la préciſion à laquelle on peut aſpirer, eſt la meſure de 86 toiſes, mais nous croyons qu'on peut s'en ſervir utilement pour la deſcription des païs qui ne demande pas la dernière exactitude.

Une Montagne élévée, telle, par exemple, que Montmartre, d'où l'on voit beaucoup d'objets aux environs, peut ſervir pour la détermination de tous les endroits où on l'apperçoit ; il ſuffira d'obſerver de cette montagne par une ſeule ſtation, la direction de tous ces objets, & de faire tirer enſuite de ſon ſommet quelque Boite ou Canon. On ſaura la diſtance de chacun de ces lieux en comptant depuis la lumière juſqu'au Son les vibrations d'une Pendule, ou d'une Balle ſuſpendue à un fil de 3 pieds 8 lig. $\frac{1}{2}$ de longueur depuis le point de ſuſpenſion de ce fil juſqu'au centre de la balle.

On pourra s'en ſervir auſſi très utilement pour

pour déterminer la largeur d'une Rivière près de ſon embouchure, d'un Lac, d'un Marais, & même la diſtance des Iſles entre elles & à la Terre ferme.

On pourra même dans des tems couverts, en tirant du rivage de la Mer des coups de Canon, préſerver du naufrage les Vaiſſeaux, qui voyant le feu, & entendant le coup, pourront reconnoître à quelle diſtance ils ſont du lieu qu'ils veulent éviter ou aborder.

Il n'eſt pas même néceſſaire de voir deux lieux réciproquement l'un de l'autre pour en déterminer la diſtance, il ſuffira de tirer d'un de ces lieux un coup, ſoit de Canon ou de quelque autre arme-à-feu, & d'avertir que dans le moment qu'on l'aura entendu ou quelques ſecondes après dont on tiendra compte, on en tire un autre qui ſera entendu réciproquement du prémier lieu où l'on a tiré, l'intervalle entre la lumière du prémier coup, & le bruit du ſecond eſt le double de celui que le Son a employé dans l'aller ou le retour, dont la moitié par conſéquent meſurera la diſtance entre ces lieux.

Un Obſervateur qui ſe trouveroit dans un troiſième lieu dont on verroit les deux prémiers, pourroit, même ſans entendre le bruit, juger de leurs diſtances, en comptant l'intervalle entre la lumière du prémier coup & celle du ſecond, où il ne feroit néceſſaire que d'allumer de la poudre dans un air libre, ce qui fait voir qu'il y a des cas où l'on peut déterminer les diſtances par le ſeul bruit ſans l'aide de la lumière, & qu'il y en a d'autres

où

où l'on n'a besoin que de la lumière sans entendre le bruit.

Il ne sera pas ici hors de propos de rapporter quelques expériences que nous avons eu occasion de faire sur la lumière de la Poudre, lorsqu'elle est allumée, soit dans un air libre, soit qu'on l'ait renfermée dans un Canon ou dans une Boite.

Cette lumière n'a jamais paru diminuer dans la proportion des distances, & on a vu souvent de l'Observatoire le feu du Canon que l'on a tiré à Mont-lehery, de la même vivacité que celui de Montmartre, quoique la distance fût quatre fois plus grande.

J'ai vu très distinctement de Dammartin la lumière du Canon qu'on a tiré à Mont-lehery à la distance de 28500 toises, presque aussi grande que celle de Montmartre où il n'y en a que 16000.

Une livre de poudre allumée à Mont-lehery dans l'air libre, a été aussi apperçue de l'Observatoire très distinctement, & l'on n'a pas remarqué de différence sensible lorsque la quantité en a été doublée.

Les tems de pluye par lesquels on ne pouvoit point appercevoir de jour les objets éloignés, n'empêchoient pas de distinguer la lumière de la poudre & du Canon qu'on y tiroit, & il y a des jours où on l'a vue encore avec plus de vivacité que lorsque le tems étoit sérein.

Cette remarque peut être d'une très grande utilité pour la sureté des Vaisseaux pendant la nuit; car il n'en est pas de même des feux ordinaires qu'on allume dans des fanaux

sur

ſur les côtes, on ne les diſtingue pas aiſément par un tems de pluye à une diſtance médiocre, & il n'y a que trop d'exemples de Vaiſſeaux qui ſe ſont perdus, faute de les avoir apperçus; la lumière produite par une ſeule livre de poudre ſerviroit à les faire reconnoitre, & ils retireroient encore plus d'utilité d'un coup de Canon, pour ſavoir à quelle diſtance ils ſe trouvent des Côtes.

On peut auſſi s'en ſervir ſur terre pour déterminer la différence en longitude entre des lieux qui ſont à peu-près ſur un même parallèle; mais nous ne nous étendrons pas ici davantage ſur tous les uſages que l'on peut faire des expériences que nous venons de rapporter ſur la Lumière & le Son. Ce que nous en avons dit, ſuffit pour prouver que ce n'eſt pas une de ces connoiſſances ſtériles & de ſimple ſpéculation, mais qu'on en peut retirer divers avantages, principalement pour le progrès de la Géographie & la ſureté de la Navigation.






WIDENER LIBRARY
HX ILTH 6

